



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

" ΙΠΤΑΜΕΝΟ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟ ΟΧΗΜΑ (ΤΕΤΡΑΠΤΕΡΟ) "



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:

ΜΑΡΙΟΣ ΣΤΑΜΟΥΛΙΑΣ – ΑΓΓΕΛΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Δρ.ΜΙΧΑΗΛ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2019

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο / Η κάτωθι υπογεγραμμένος / η ..... Ζαρκούλιας Μάρια.....,  
του Πανακίου....., με αριθμό μητρώου 38684 φοιτητής / τριά του  
Τμήματος **Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής**, του Πανεπιστημίου **Δυτικής Αττικής**  
πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα  
παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του  
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και  
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται  
αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη  
αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα  
του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος  
φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα  
του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η  
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του  
αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα  
καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός  
ημερολογιακού δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα  
προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών



Ημερομηνία

27-08-2019

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Σπυρίδωνος Άγγελος,  
του Δημητρίου, με αριθμό μητρώου 39751 φοιτητής / τριά του  
Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής  
πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα  
παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του  
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και  
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται  
αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη  
αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα  
του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος  
φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα  
του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η  
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του  
αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα  
καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός  
ημερολογιακού δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα  
προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών



Ημερομηνία

27-08-2019

**ΜΑΡΙΟΣ ΣΤΑΜΟΥΛΙΑΣ – ΣΠΥΡΙΔΩΝΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ**

**ΑΘΗΝΑ 2018 – 2019**

Copyright © Σταμούλιας Μάριος, Σπυρίδωνος Άγγελος 2018 – 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

## Περιεχόμενα

Πίνακας Εικόνων .....	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	9
ABSTRACT.....	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
<b>Κεφάλαιο 1 .....</b>	<b>12</b>
<b>Τα Drones Σήμερα .....</b>	<b>12</b>
1.1 Χρήσεις των drones.....	12
1.1.1 Η χρήση των drones στο στρατό .....	12
1.1.2 Η χρήση των drones στον Πολιτικό τομέα.....	13
1.2 Νομικό πλαίσιο .....	16
1.3 Πιθανά προβλήματα - κίνδυνοι.....	18
<b>Κεφάλαιο 2 .....</b>	<b>19</b>
<b>Δομή της κατασκευής .....</b>	<b>19</b>
2 Η σύλληψη της ιδέας και τα αρχικά σχέδια.....	19
2.1 Μέρη από τα οποία αποτελείται η κατασκευή .....	23
2.2 Ηλεκτρονικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται.....	24
2.2.1 Ανάλυση επιλογής ηλεκτρονικών εξαρτημάτων .....	25
2.2.1.1 Μια προγραμματιζόμενη πλακέτα που αποτελεί τη μονάδα ελέγχου του drone .....	25
2.2.1.2 Μοτέρ, με ικανή ισχύ έναντι των απαιτήσεων της κατασκευής .....	28
2.2.1.3 Μια μονάδα ελέγχου μέσω ηλεκτρονικού κυκλώματος, με σκοπό τον έλεγχο και τη μεταβολή της ταχύτητας των ηλεκτροκινητήρων, τη κατεύθυνσή αλλά και τη πέδηση τους .....	30
2.2.1.4 Αισθητήρια υπερήχων, για τον έλεγχο αποστάσεων και πιθανών εμποδίων .....	31
2.2.1.5 Αισθητήριο για τον έλεγχο της ισορροπίας του drone .....	34
2.2.1.6 Αισθητήριο ανίχνευσης ήχου για την εκκίνηση και τον τερματισμό της λειτουργίας του drone	35
2.2.1.7 Μια μπαταρία για την τροφοδοσία, που είναι απαραίτητη για να τεθούν όλα τα παραπάνω σε λειτουργία.....	36
2.2.1.8 Προγραμματιστικό περιβάλλον και το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τον πλήρη έλεγχο του drone.....	36
<b>Κεφάλαιο 3 .....</b>	<b>50</b>
<b>Εφαρμογές Μέλλοντος - Συμπεράσματα .....</b>	<b>50</b>

3.1 Εφαρμογές στο Μέλλον .....	50
3.1.1 Ασφάλεια και Επιτήρηση.....	51
3.1.2 Γεωργία.....	52
3.1.3 Μελέτες Περιβάλλοντος.....	55
3.1.4 Χαρτογράφηση.....	57
3.1.5 Εφαρμογές Υψηλής ακρίβειας.....	58
3.2 Συμπεράσματα .....	58
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>60</b>

## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 ( Τα drones σε στρατιωτικές χρήσεις ).....	13
Εικόνα 2 ( Τα drones προσφέρουν ιατρική βοήθεια ) .....	14
Εικόνα 3 ( Τα drones βοηθούν στην αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών ).....	15
Εικόνα 4 ( Σχέδια βάσεων για τις φτερωτές του ιπτάμενου οχήματος ) .....	20
Εικόνα 5 ( Πρώτο στάδιο σχεδίασης, κάτοψη σκελετού του ιπτάμενου οχήματος ) .....	21
Εικόνα 6 ( Δεύτερο στάδιο σχεδίασης, κάτοψη σκελετού του ιπτάμενου οχήματος ) .....	22
Εικόνα 7 ( Τελευταίο στάδιο σχεδίασης, κάτοψη και πλάγια όψη του ιπτάμενου οχήματος ).....	22
Εικόνα 8 ( Επιμέρους κομμάτια του σκελετού από αλουμίνιο και ανθρακόνημα ).....	23
Εικόνα 9 ( Όψη του συναρμολογημένου σκελετού ) .....	24
Εικόνα 10 ( Μικροελεγκτής ARDUINO DUE ) .....	26
Εικόνα 11 ( Πλακέτα επέκτασης δυνατοτήτων του κύριου μικροελεγκτή ).....	28
Εικόνα 12 ( Πλακέτα επέκτασης δυνατοτήτων του κύριου μικροελεγκτή ).....	28
Εικόνα 13 ( Ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος – DC ).....	29
Εικόνα 14 ( Πίνακας χαρακτηριστικών των ηλεκτροκινητήρων ) .....	29
Εικόνα 15 ( Μονάδα ελέγχου των ηλεκτροκινητήρων ).....	31
Εικόνα 16 ( Αισθητήριο υπερήχων ).....	32
Εικόνα 17 ( Επεξήγηση της λειτουργίας του αισθητηρίου υπερήχων ) .....	32
Εικόνα 18 ( Παράδειγμα λειτουργίας αισθητηρίου υπερήχων ).....	33
Εικόνα 19 ( Αισθητήριο ελέγχου ισορροπίας ) .....	34
Εικόνα 20 ( Αισθητήριο ελέγχου ισορροπίας – Κάτω όψη ).....	34
Εικόνα 21 ( Αισθητήριο ανίχνευσης ήχου ) .....	35
Εικόνα 22 ( Μπαταρία τροφοδοσίας 4200 mAh ).....	36
Εικόνα 23 ( Περιβάλλον λογισμικού προγραμματισμού του Arduino ).....	37
Εικόνα 24 ( Τα drones στο μέλλον θα συμβάλλουν σημαντικά στο έργο των Σωμάτων Ασφαλείας ).....	51
Εικόνα 25 ( Εφαρμογές των drones για διευκόλυνση στον τομέα της γεωργίας ).....	53
Εικόνα 26 ( Χαρτογράφηση με drones ) .....	57

## **Ευχαριστίες**

Επιθυμούμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέπων Επίκουρο Καθηγητή

Δρ. ΜΙΧΑΗΛ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗ του Α.Ε.Ι. Δυτικής Αττικής

για το χρόνο του και τη βοήθεια που μας παρείχε.



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή εργασία παρουσιάζει την ανάλυση της λειτουργίας και την υλοποίηση ενός ιπτάμενου αυτόνομου ρομποτικού οχήματος ή μη επανδρωμένου οχήματος. Ο σκοπός είναι, στη τελική του μορφή, το αναφερόμενο όχημα να έχει τη δυνατότητα απογείωσης, αιώρησης, κρατώντας σταθερή τη θέση του, μετατόπισης στο χώρο στη περίπτωση που πλησιάσει κινούμενο αντικείμενο και τέλος ομαλής προσγείωσης. Οι εντολές θα λαμβάνονται εξολοκλήρου από μια υπολογιστική πλατφόρμα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή, ο οποίος θα επικοινωνεί άμεσα με αισθητήρια που θα φέρει το όχημα και θα είναι υπεύθυνος και για τον έλεγχό τους.

Το παρόν βιβλίο της πτυχιακής εργασίας με τίτλο: “ Ιπτάμενο Αυτόνομο Ρομποτικό Όχημα ” εκπονήθηκε από τους Μάριο Σταμούλια και Άγγελο Σπυρίδωνο, φοιτητές του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής. Το βιβλίο αυτό όπως και το κατασκευαστικό μέρος που αποτελούν την πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκαν το Φεβρουάριο του 2019, υπό την επίβλεψη του Επίκουρου Καθηγητή Μιχαήλ Παπουτσιδάκη.

## ABSTRACT

The thesis presents the analysis of the operation and implementation of a flying autonomous robotic vehicle or unmanned aerial vehicle. The purpose in its final form is to allow the vehicle to take off, swing holding steady its position, move in the space in case it approaches a moving object and finally to land smoothly. Commands will be taken entirely from a computing platform with a built-in microcontroller that will communicate directly with the vehicle's sensors and will be responsible for controlling them.

This book of the thesis entitled : “ Flying Autonomous Robotic Vehicle ” was prepared by Marios Stamoulas and Angelos Spyridonos, students of the Department of Industrial Design and Production Engineering. This particular book and the construction part of the thesis were completed in February 2019, under the supervision of Assistant Professor Michael Papoutsidakis.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το θέμα που θα μας απασχολήσει και θα αναλύσουμε στην εργασία αυτή αφορά τα Μη Επανδρωμένα Ιπτάμενα Οχήματα ή όπως έχει επικρατήσει να λέγονται τα τελευταία χρόνια, drones. Συγκεκριμένα, θα δείξουμε πώς μπορούμε να κατασκευάσουμε και να προγραμματίσουμε κατάλληλα ένα τέτοιο όχημα, όπως και το τι θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας ώστε να έχει τη δυνατότητα η κατασκευή που θα υλοποιηθεί να αιωρείται. Θα αναλυθεί τόσο ο κατάλληλος προγραμματισμός όσο και τα κριτήρια με τα οποία γίνεται η σωστή επιλογή των αισθητηρίων που χρειάζονται.

Η ιδέα των drones ξεκίνησε εδώ και αρκετά χρόνια και συγκεκριμένα πίσω στο 1971 από τον επιστήμονα πυρηνικής φυσικής John Stuart Foster Jr. Μη επανδρωμένο ιπτάμενο όχημα (UAV- Unmanned Aerial Vehicle) ονομάζεται το κάθε είδους ιπτάμενο όχημα που δεν έχει χειριστή στην άτρακτό του, αλλά πραγματοποιεί πτήσεις είτε αυτόνομα είτε μέσω τηλεκατεύθυνσης. Ο όρος μη επανδρωμένο ιπτάμενο όχημα περιγράφει μόνο το αεροσκάφος χωρίς χειριστή. Ο όρος μη επανδρωμένο ιπτάμενο σύστημα (UAS) περιλαμβάνει όλες τις συσκευές, το προσωπικό και τις διαδικασίες οι οποίες χρησιμοποιούνται, προκειμένου το μη επανδρωμένο αεροσκάφος να θεωρείται ως ολοκληρωμένο σύστημα. Επίσης, ο όρος τηλεχειριζόμενο ιπτάμενο όχημα (RPAS) καθιερώθηκε σύμφωνα με το ισχύοντα νόμο λόγω της ραγδαίας αύξησης της χρήσης των μη επανδρωμένων οχημάτων των τελευταίων χρόνων και την ανάγκη να υπάρχει τουλάχιστον ένας χειριστής στο έδαφος που θα επιβλέπει την πτήση τέτοιου είδους οχημάτων. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από αυτά και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στρατιωτικά και πολιτικά. Διακρίνονται επίσης σε μικρά αεροπλάνα ή ελικόπτερα με έναν ή περισσότερους έλικες και ο έλεγχος τους γίνεται μέσω μικροελεγκτή, είτε αυτόνομου είτε τηλεχειριζόμενου.

Οι λόγοι για τους οποίους παρουσιάζει ενδιαφέρον μια προσέγγιση όπως αυτή, πέρα από την προσπάθεια κατασκευής και λειτουργίας ενός αυτόνομου Drone, είναι αρκετοί και μάλιστα σε διάφορους τομείς, αφού υπάρχει μεγάλη ποικιλία εφαρμογών. Για παράδειγμα, αρκετό ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρήση μη επανδρωμένων ιπτάμενων ρομποτικών οχημάτων στο τομέα της ιατρικής, σε ερευνητικές εφαρμογές για την χαρτογράφηση δυσπρόσιτων για τον άνθρωπο περιοχών καθώς και η χρήση τους από τα σώματα ασφαλείας.

Αξίζει να σημειωθεί πως ο σκοπός μας, με την ολοκλήρωση του project, είναι το υποτιθέμενο μη επανδρωμένο ιπτάμενο όχημα να φέρει έναν μικροεπεξεργαστή και κατάλληλα αισθητήρια μέσω των οποίων θα γίνονται έλεγχοι. Πιο αναλυτικά, θα του δίνεται η δυνατότητα να τίθεται σε λειτουργία μέσω κατάλληλου ηχητικού σήματος, να υψώνεται από το έδαφος στην αντίστοιχη απόσταση που θα έχει οριστεί, να παραμένει σταθερό σε αυτή τη θέση, θεωρώντας την ως κατάσταση ηρεμίας και να μετατοπίζεται σε κάποια άλλη μόνο εάν αντιληφθεί ότι κινείται προς το μέρος του κάποιο αντικείμενο. Τέλος, με το ίδιο ηχητικό σήμα θα τίθεται σε απενεργοποίηση αφού γίνει πρώτα έλεγχος για πιθανό εμπόδιο κατά την προσγείωσή του.

# Κεφάλαιο 1

## Τα Drones Σήμερα

### 1.1 Χρήσεις των drones

Στη σημερινή εποχή τα Μη Επανδρωμένα Ιπτάμενα Οχήματα ή drones έχουν πολλές και ποικίλες εφαρμογές σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι περιπτώσεις που εφαρμόζεται η χρήση ενός drone είναι τόσο για απλές μεταφορές εμπορευμάτων όσο και για την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών, όπως έναν σεισμό, μια πυρκαγιά, πλημμύρες, τσουνάμι και σε παρόμοιες συνθήκες έκτακτης ανάγκης. Αποτελεί ένα τρόπο ή μια υπηρεσία ταχυμεταφοράς που δεν μπορεί να παρεμποδιστεί λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης με αποτέλεσμα να καθιστά εύκολη και ταχύτερη τη προμήθεια ειδών πρώτης ανάγκης. Αποτελεσματικό επίσης είναι σε περιόδους πολέμου ή κρίσης λόγω της έλλειψης νερού, τροφίμων ακόμα και ιατρικών προμηθειών, όπως σε μεταφορές ανθρώπινων οργάνων για μεταμοσχεύσεις και ταχυμεταφορές ιατρικών εξετάσεων σε δυσπρόσιτες περιοχές. Ακόμα και σε πολέμους χρησιμοποιούνται από τις υπηρεσίες πολλών χωρών για κατασκοπεία ή και βομβαρδισμούς. Ανάλογα με τις απαιτήσεις της αποστολής τους τα drones μπορεί να είναι εξοπλισμένα με διαφορετικά είδη, εξειδικευμένων και μη, συμβατών αισθητηρίων και συσκευών ανίχνευσης. Για παράδειγμα, οπτικές και υπέρυθρες κάμερες, θερμικοί και ακουστικοί αισθητήρες, μικρόφωνα, αισθητήρια υπέρυθρων και υπερήχων, Wifi και GPS. Αυτό τα καθιστά ασφαλή, αξιόπιστα, και περισσότερο αυτόνομα στις πτήσεις με καλύτερη προσαρμοστικότητα. Υπάρχει δυνατότητα μέσα από τους ελέγχους να αντιμετωπίζονται άμεσα τυχόν σφάλματα, να προβλέπονται οι κινήσεις τους, ώστε να αποφεύγονται εμπόδια και αναταράξεις, και τέλος να δημιουργούνται χάρτες πτήσης που καθορίζουν τη διαδρομή και το σκοπό της πτήσης τους με βάση κάποια φίλτρα ( πληροφορίες που συλλέγονται από τους αλγορίθμους μέσω των αισθητηρίων ).

#### 1.1.1 Η χρήση των drones στο στρατό

Όπως προαναφέρθηκε, οι κύριες κατηγορίες χρήσης των drones είναι οι στρατιωτικές και οι πολιτικές, με εφαρμογές να ποικίλουν και στις δύο. Η μεγάλη απήχηση των drones σε

στρατιωτικές εφαρμογές οφείλεται σε αρκετούς παράγοντες, με τον κυριότερο να αφορά την απουσία χειριστή στην άτρακτό του. Δηλαδή, ο χειριστής βρίσκεται σε απομακρυσμένη θέση από όπου μπορεί να ελέγχει πλήρως το αεροσκάφος, έτσι ο κατασκευαστής δεν είναι πια αναγκασμένος να φροντίσει για τις συνθήκες εντός του αεροσκάφους και μπορεί να συγκεντρωθεί στην βελτιστοποίηση των τεχνικών χαρακτηριστικών του. Η απουσία του ανθρώπινου παράγοντα κάνει το χειρισμό, και τις αποστολές να εκτελούνται χωρίς καμία επικινδυνότητα. Λόγω των πλεονεκτημάτων που προαναφέρθηκαν, στις μέρες μας οι στρατιωτικές δυνάμεις χρησιμοποιούν τα drones για κατασκοπεία, παρακολούθηση ακόμα και για βομβαρδισμούς αφού είναι δύσκολο να ανιχνευθούν. Επίσης για τη συλλογή πληροφοριών αλλά και την απλή μεταφορά ωφέλιμου φορτίου που τη καθιστά εξίσου σημαντική καθώς μπορεί να είναι η μεταφορά πυρομαχικών και εξοπλισμού.



*Εικόνα 1 ( Τα drones σε στρατιωτικές χρήσεις )*

### **1.1.2 Η χρήση των drones στον Πολιτικό τομέα**

Δεν είναι όμως μόνο η στρατιωτική χρήση των μη επανδρωμένων αεροσκαφών που έχει συμβάλει στη ραγδαία αύξηση της παράγωγής τους, αλλά και οι ποικίλοι τρόποι με τους οποίους χρησιμοποιούνται τα drones στην καθημερινή ζωή. Βοηθούν σημαντικά στην παρακολούθηση της οδικής κυκλοφορίας, ειδοποιώντας για τυχόν ατυχήματα ή αυξημένη κίνηση στο δρόμο με τη βοήθεια ενσωματωμένης κάμερας. Εξίσου σημαντικός είναι και ο ρόλος τους στα σώματα ασφαλείας της εκάστοτε χώρας (Ελληνική Αστυνομία, Εθνική υπηρεσία πληροφοριών, Λιμενικό σώμα, Πυροσβεστικό σώμα κτλ.), σε επιχειρήσεις έρευνας, διάσωσης

και παρακολούθησης. Ιδιαίτερα χρήσιμα έχουν φανεί όταν χρησιμοποιούνται προκειμένου να διερευνήσουν γρήγορα και να πραγματοποιήσουν εναέρια χαρτογράφηση για την εύρεση βέλτιστων διαδρομών πρόσβασης σε πληγείσες περιοχές, όπου απαιτείται παροχή βοήθειας. Αυτοί οι χάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να γίνουν άμεσα κατανοητές οι επιπτώσεις μιας καταστροφής σε κάποια περιοχή και γενικά να εκτιμηθεί στο σύνολό της η εκτίμηση της κατάστασης που επικρατεί.



*Εικόνα 2 ( Τα drones προσφέρουν ιατρική βοήθεια )*

Η χρήση των drones σε επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης προστατεύει τα μέλη των σωστικών συνεργειών, τα οποία αντιμετωπίζουν επικίνδυνες συνθήκες στην προσπάθειά απεγκλωβισμού τυχών θυμάτων αλλά ακόμα και στην εύρεση παγιδευμένων ανθρώπων με τη χρήση ακουστικών αισθητηρίων, κάμερες θερμικής απεικόνισης κ.τ.λ. σε κτίρια που έχουν καταρρεύσει από κάποιο σεισμό ή άλλες φυσικές καταστροφές.

Μία από αυτές τις φυσικές καταστροφές είναι και οι πυρκαγιές, κατά τη διάρκεια των οποίων τα drones παίζουν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπισή τους, αφού βοηθούν στην ανίχνευση, την παρατήρηση της πυρκαγιάς αλλά και στην επιτήρηση, τον έλεγχο μέχρι και την πλήρη καταστολή της. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που χρειάζεται να γνωρίζει το πυροσβεστικό σώμα για την αντιμετώπιση μιας πυρκαγιάς είναι το σχήμα, η θέση μετώπου της πυρκαγιάς, ο ρυθμός εξάπλωσης ανάλογα των μετεωρολογικών συνθηκών και το μέγιστο ύψος της πυρκαγιάς. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να παρέχονται από τα drones ανά πάσα στιγμή για την καλύτερη και ταχύτερη αντιμετώπιση οποιασδήποτε πυρκαγιάς. Στις περιπτώσεις που δεν χρησιμοποιούνται επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα, οι προσπάθειες καταστολής πυρκαγιών βασίζονται μόνο σε εμπειρικές εκτιμήσεις των υπεύθυνων αξιωματικών, οι οποίες αρκετές

φορές μπορεί να είναι και εσφαλμένες, οπότε και σε αυτή τη περίπτωση η χρήση των drones είναι ιδανική.



*Εικόνα 3 ( Τα drones βοηθούν στην αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών )*

Τα drones είναι επίσης αναγκαία και σε περίπτωση πυρηνικού ατυχήματος ή διαρροών επικίνδυνων υλικών. Μάλιστα, μπορεί να είναι και τα μόνα εργαλεία για την αποτελεσματική υποστήριξη της διαχείρισης τέτοιου είδους καταστροφής, λόγω της μη έκθεσης σε άμεσο κίνδυνο του ανθρώπινου δυναμικού. Σε ένα τέτοιο ατύχημα είναι αναγκαίος ο κατάλληλος εξοπλισμός για την προστασία του ανθρώπου, αλλά απαιτείται χρόνος και μεγάλο κόστος που όμως και πάλι δεν καθιστά επαρκή την προστασία τους για την απόπειρα προσέγγισης σε μολυσμένη περιοχή. Για παράδειγμα, drones χρησιμοποιήθηκαν στο Πυρηνικό Ατύχημα Fukushima (Φουκουσίμα) στην Ιαπωνία το 2011, τόσο για την αποτύπωση, όσο και για την αξιολόγηση της καταστροφής στον πυρηνικό αντιδραστήρα στο συγκρότημα που καταστράφηκε από το σεισμό και το τσουνάμι που ακολούθησε, σώζοντας έτσι ζωές από τη μη αποστολή ζωντανών παρατηρητών.

Στα πλεονεκτήματα που έχουν τα drones ανήκει και η δυνατότητα τους να δημιουργούν ένα δίκτυο σύνδεσης (Mesh network) μεταξύ τους, ώστε να παρέχουν επικοινωνία στις ομάδες συντονισμού, όταν σε κάποια φυσική ή μη καταστροφή τα δίκτυα τηλεφωνίας δε λειτουργούν.

Επίδραση έχουν και στον τομέα των ΜΜΕ (Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης) και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι τους, αφού πλέον υπάρχει η δυνατότητα λήψης φωτογραφιών και ζωντανής μετάδοσης, κάτι που σίγουρα βοηθάει στην πιο άμεση μετάδοση των γεγονότων. Εταιρείες αλλά και ιδιώτες που δραστηριοποιούνται στο χώρο της φωτογραφίας, βιντεοσκόπησης και διαφήμισης, σε τηλεοπτικές και κινηματογραφικές παραγωγές, με τη βοήθεια κατάλληλα εξοπλισμένων drones καλύπτουν εναέριες λήψεις, ώστε να προσφέρουν

μα πιο σύγχρονη και ολοκληρωμένη εμπειρία θέασης. Εφαρμογές πτήσεων drones, για τους παραπάνω λόγους, μπορούμε να δούμε σε δεξιώσεις, αθλητικούς αγώνες ή διαγωνισμούς διαφόρων ειδών με άλλους χρήστες drones και την κάλυψη παρουσίασης ιστορικών μνημείων από διαφορετική και πιο σύγχρονη οπτική.

Πέραν από τους γνωστούς για τη σημερινή εποχή τρόπους, τα drones μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ερασιτεχνικούς λόγους, ψυχαγωγικούς, διασκέδασης και παιχνίδι. Στις περιπτώσεις αυτές, ο συνηθέστερος τύπος drones είναι τα quadcopter, κατασκευασμένα σε μικρό μέγεθος, με ελαφρύτερα και λιγότερο ανθεκτικά υλικά, τα οποία κινούνται με μικρούς ηλεκτρικούς κινητήρες, που τροφοδοτούνται από μπαταρίες. Σχεδόν όλα διαθέτουν και ένα είδους πιλότου αλλά κατά κύριο λόγο στηρίζονται στη τεχνολογία της τηλεκατεύθυνσης και ελέγχονται από κοινές ηλεκτρονικές συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα και τάμπλετ.

## 1.2 Νομικό πλαίσιο

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε όλες τις χώρες συμπεριλαμβανόμενου και της Ελλάδας, έχουν αρχίσει να εισάγονται κανονισμοί και περιορισμοί για την χρήση drones. Υπάρχει νομοθεσία από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ) για την χρήση ΣμηΕΑ ( Συστήματα μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών ) μέσα στον εναέριο χώρο της Ελλάδας. Για οποιαδήποτε επαγγελματική χρήση drone ο χειριστής θα πρέπει να είναι άνω των 18 ετών, να έχει πτυχίο χειριστή, άδεια για εμπορική χρήση από την ΥΠΑ, να είναι εγγεγραμμένος τόσο ο ίδιος όσο και το drone στα κατάλληλα μητρώα της ΥΠΑ και να το έχει ασφαλισμένο για υλικές ζημιές και σωματικές βλάβες έναντι τρίτων. Επίσης, σύμφωνα με τον κανονισμό της ΥΠΑ, τα drones χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με τη χρήση τους, λαμβάνοντας υπόψη τα ακόλουθα κριτήρια: μέγιστη μάζα απογείωσης, είδος της χρήσης, ύψος από την επιφάνεια της γης ή της θάλασσας όπου επιτρέπεται να πετούν, περιοχές, αποκλειστικές ή μη, όπου πετούν, τεχνικές τους δυνατότητες και την πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος πτητικής λειτουργίας τους. Από τα παραπάνω κριτήρια προκύπτουν οι τρεις κατηγορίες.

- Η **Ανοιχτή** κατηγορία όπου διακρίνεται με βάση το βάρος σε τρεις υποκατηγορίες.
  - A0: Αφορά τα Μίνι Συστήματα Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών με μέγιστο βάρος αεροσκάφους κατά την απογείωση μικρότερο του ενός κιλού (<1Kg).
  - A1: Πολύ μικρά Συστήματα Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών με μέγιστο βάρος αεροσκάφους κατά την απογείωση ίσο ή μεγαλύτερο από ένα κιλό (>/=1Kg) έως τα τέσσερα κιλά (<4kg)



- A2: Μικρά Συστήματα Μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών με μέγιστο βάρος αεροσκάφους κατά την απογείωση ίσο ή μεγαλύτερο από τα τέσσερα κιλά και έως τα 25 κιλά (<25kg).

Σε αυτή την κατηγορία η πτήση διεξάγεται σε απόσταση μικρότερη των πεντακοσίων (500) μέτρων, το μεγαλύτερο επιτρεπόμενο ύψος πτήσης είναι τα εκατόν είκοσι (120) μέτρα, ενώ οι πτήσεις της συγκεκριμένης κατηγορίας απαγορεύονται πάνω από συγκεντρώσεις ανθρώπων, ζωνών που ορίζονται από κρατικούς φορείς, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, σχολεία, νοσοκομεία, ιδρύματα, φυλακές, αρχαιολογικούς χώρους, περιοχές περιβαλλοντολογικής προστασίας, εντός οκτώ χιλιομέτρων από αερολιμένες. Τέλος, απαγορεύονται πτήσεις μισή ώρα πριν την ανατολή και μισή ώρα μετά τη δύση του ηλίου, εκτός αν διαθέτουν άδεια επαγγελματικής χρήσης από την ΥΠΑ και πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές ασφαλείας.

- Η **Ειδική** κατηγορία στην οποία τα drones καταγράφονται στο ειδικό μητρώο ΣμηΕΑ της ΥΠΑ και λαμβάνουν άδεια πτητικής λειτουργίας. Για την άδεια πτητικής λειτουργίας απαιτείται να υποβληθούν τα ακόλουθα.
  - Σχέδιο αξιολόγησης κινδύνων ασφαλείας.
  - Εγχειρίδιο πτητικής λειτουργίας.
  - Ασφαλιστήριο συμβόλαιο για κάλυψη κινδύνων αστικής ευθύνης έναντι τρίτων.

Σε περίπτωση εμπορικής χρήσης απαιτείται και η εγγραφή του drone σε ειδικό μητρώο και η εξασφάλιση ειδικής άδειας μέσω της πληρωμής παραβόλου.

- Η **Πιστοποιημένη** κατηγορία αφορά drones που απαιτούν
  - Εγγραφή στο Μητρώο Ελληνικών Πολιτικών Αεροσκαφών της ΥΠΑ που τηρείται στο Τμήμα Νηολογίων της Διεύθυνσης Νομικών Υποθέσεων.
  - Ειδικό πιστοποιητικό πτητικής ικανότητας (Special Certificate of Airworthiness – CofA),
  - Πιστοποιητικό Εκμεταλλευομένου ΣμηΕΑ (ΠΕΣμηΕΑ-ROC-Remote Operator`s Certificate).

Όλα όσα αναφέραμε είναι κάποια από τα χαρακτηριστικά και τις κατηγορίες που υπάγονται τα ΣμηΕΑ στην ΥΠΑ, οπότε ο κάθε ενδιαφερόμενος χειριστής, είτε για ερασιτεχνική είτε για επαγγελματική χρήση, θα πρέπει να διαβάσει το ισχύον ΦΕΚ.

### 1.3 Πιθανά προβλήματα - κίνδυνοι

Παρά τα πλεονεκτήματα της χρήσης των drones δεν παύει να υπάρχει και η αρνητική πλευρά, τα προβλήματα και οι κίνδυνοι. Μπορεί να υπάρξουν απλά προβλήματα, όπως κάποια τεχνική βλάβη, που στα μη επανδρωμένα αεροσκάφη λόγω της απουσίας χειριστή δε μπορεί να διορθωθεί έγκαιρα και αποτελεσματικά. Έχουν σημειωθεί περιστατικά, λόγω της έλλειψης κατάλληλων αισθητηρίων, όπου drones έχουν εισέλθει στον εναέριο χώρο κρατικών και διεθνών αερολιμένων δημιουργώντας έτσι κυκλοφοριακά προβλήματα. Υπάρχουν όμως και πιο σοβαρά προβλήματα, όπως για παράδειγμα στη χρήση των στρατιωτικών drones, όπου μία λανθασμένη εκτέλεση ενός στόχου μπορεί να φέρει καταστροφές κτηρίων ακόμα και ανθρώπινες απώλειες. Ακόμα πιο επικίνδυνο είναι το ενδιαφέρον που δείχνουν οι τρομοκρατικές οργανώσεις στην χρήση των drones, λόγω των εξελιγμένων δυνατοτήτων τους, όπως μαζικές επιθέσεις και προσβολή στόχων που είναι απομακρυσμένοι από το έδαφος. Ειδικότερα, τα drones έχουν αρκετά μεγάλο βεληνεκές, ακρίβεια και μικρό μέγεθος το οποίο βοηθά στην μυστικότητα της επίθεσης. Με βάση όλα τα παραπάνω και σε συνδυασμό με το νομικό κενό που υπάρχει ακόμα, καθίσταται ανεξέλεγκτη η χρήση των drones.

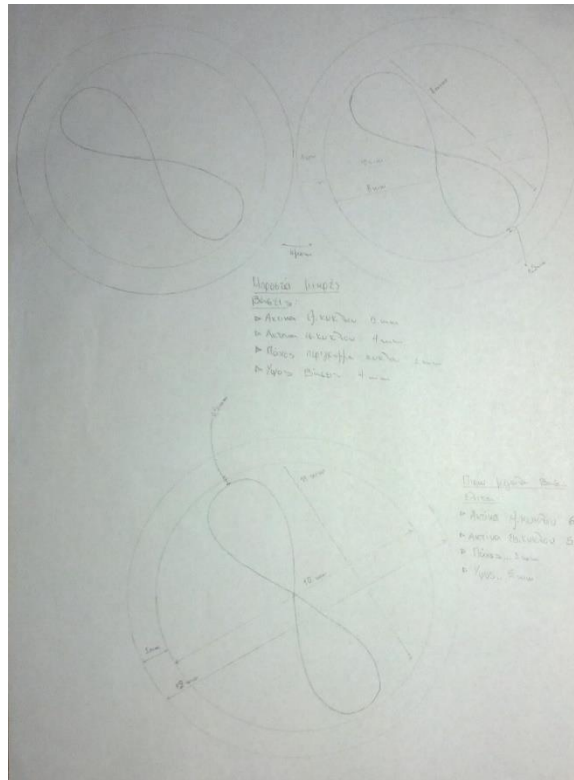
## Κεφάλαιο 2

### Δομή της κατασκευής

#### 2 Η σύλληψη της ιδέας και τα αρχικά σχέδια

Η ιδέα για την κατασκευή ενός αεροσκάφους αρχικά ήταν για ένα τρίπτερο, που θα ήταν μικρό στις διαστάσεις του, αλλά θα είχε τη δυνατότητα να μας “πάει” σε σημεία που δε μπορούμε να φτάσουμε, ώστε μπορέσουμε να ανακαλύψουμε δυσπρόσιτα μέρη και να προσεγγίσουμε σε επικίνδυνα σημεία για τον άνθρωπο. Αυτές φυσικά δε θα ήταν οι μόνες δυνατότητές του αφού μια κατασκευή όπως αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη γκάμα εφαρμογών. Για λόγους ασφαλείας, ψυχαγωγίας ακόμα και διάσωσης.

Ξεκίνησε λοιπόν η έρευνα, για την ύπαρξη μιας παρόμοιας κατασκευής και αφού είδαμε πως έχουν ήδη κατασκευάσει κάτι σαν αυτό που είχαμε φανταστεί, δεν υπήρχε κάτι να σταματήσει τη προσπάθεια στο να το κατασκευάσουμε. Ξεκινήσαμε λοιπόν να αποτυπώνουμε στο χαρτί τα σχέδια και να κάνουμε τις απαραίτητες αλλαγές που επιβάλει η φύση, στο να καθιστά το σκάφος ικανό να αιωρείται, κυρίως λόγο του κέντρου βάρους του. Έτσι, φτάσαμε στα ακόλουθα σχέδια. Αποτελούνταν από τρεις βραχίονες, δύο στο εμπρόσθιο μέρος, έναν αριστερά και δεξιά, διαγωνίως τοποθετημένους με βάση το κέντρο της κατασκευής και ένα βραχίονα στο πίσω μέρος, κατά μήκος του κέντρου της. Μερικά χιλιοστά πάνω από το κέντρο των αξόνων, όπως βλέπουμε σε παρακάτω σχέδιο (Εικόνα 5), βρισκόταν ο χώρος στον οποίο θα τοποθετούταν ο μικροεπεξεργαστής.

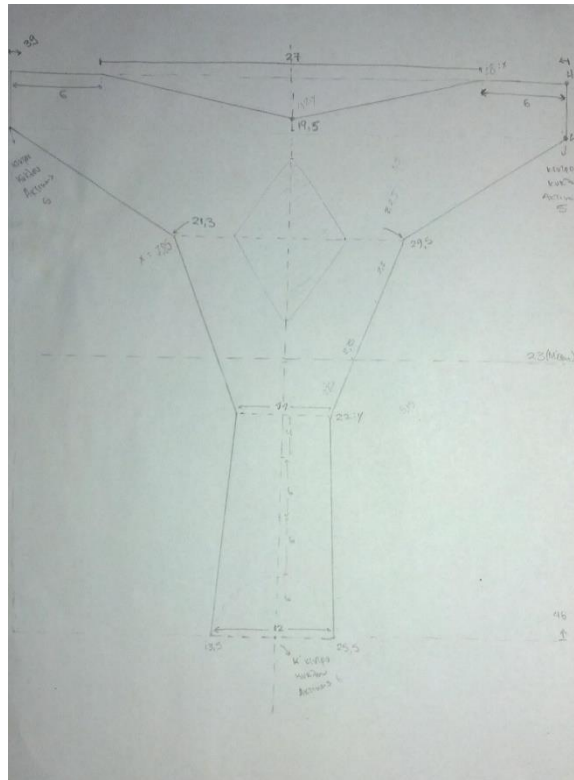


Εικόνα 4 ( Σχέδια βάσεων για τις φτερωτές του υπάμενου οχήματος )

Στα άκρα κάθε βραχίονα ήταν τοποθετημένοι έλικες ίδιων διαστάσεων μεταξύ τους οι εμπρόσθιοι αλλά διαφορετικής διάστασης με τον πίσω έλικα. Αυτός που βρισκόταν στο πίσω μέρος ήταν μεγαλύτερης διαμέτρου από τους άλλους δύο και αυτό είχε γίνει για να έχουμε ισορροπία του σκάφους αλλά και για να καθιστά την επιτάχυνση ευκολότερη.

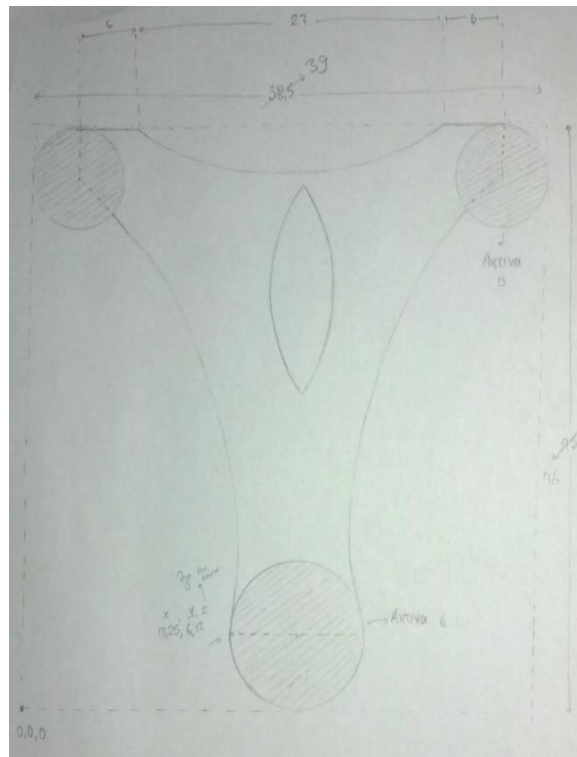
Το αποτέλεσμα έδειχνε ικανοποιητικό όμως υπήρχαν και προβλήματα και το κόστος κατασκευής για μια καλή και ακριβής κατασκευή ήταν υψηλό.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα, ήταν πως για την ολοκλήρωση ενός τρίπτερου, χρειαζόνταν έξι κινητήρες, τρεις από αυτούς θα τοποθετούνταν στο πάνω μέρος και τρεις στο κάτω μέρος στα άκρα κάθε βραχίονα αντίστοιχα, ώστε να του δίνουν τη δυνατότητα όχι μόνο να ισορροπεί αλλά να μπορεί να στρίψει και κατάλληλα. Το βάρος όμως αυξανόταν και όπως είναι φυσικό επόμενο, έπρεπε να έχει και μεγαλύτερη παροχή ισχύς, που σημαίνει πως η μπαταρία που θα χρησιμοποιούσαμε θα ήταν μεγαλύτερη. Με τις ανάγκες λοιπόν της κατασκευής, άλλαζε και το κόστος της ραγδαία.

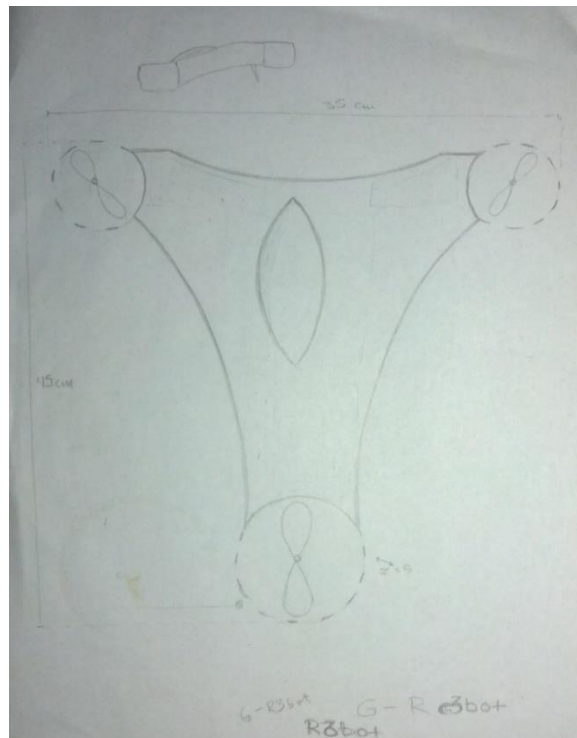


Εικόνα 5 ( Πρώτο στάδιο σχεδίασης, κάτοψη σκελετού του υπτάμενου οχήματος )

Η απόφαση ήταν να αλλάξουν τα σχέδια του τρίπτερου οχήματος σε τετράπτερο, για την επίλυση όλων αυτών των προβλημάτων. Καταλήξαμε λοιπόν στην αγορά της κατασκευής για απόλυτη συμμετρία και να ταιριάζουμε έπειτα σε αυτήν τους κινητήρες, τα αισθητήρια, τη μπαταρία και φυσικά τον κατάλληλο μικροεπεξεργαστή.



Εικόνα 6 ( Δεύτερο στάδιο σχεδίασης, κάτοψη σκελετού του ιπτάμενου οχήματος )



Εικόνα 7 ( Τελευταίο στάδιο σχεδίασης, κάτοψη και πλάγια όψη του ιπτάμενου οχήματος )

## 2.1 Μέρη από τα οποία αποτελείται η κατασκευή

Όπως φανερώνει και ο τίτλος της πτυχιακής εργασίας το ρομπότ που φτιάχτηκε προοριζόταν να είναι ιπτάμενο, γι' αυτό το λόγο αναφέρεται και ως ιπτάμενο αυτόνομο ρομποτικό όχημα. Επομένως, από τα αρχικά σχέδια που γινόντουσαν, το μέγεθος και το βάρος της κατασκευής ήταν περιορισμένα για ευνόητους λόγους, κάποιιοι από αυτούς είναι η δυνατότητα αιώρησης, η αυτονομία και το κόστος της κατασκευής. Θα μπορούσε λοιπόν να αποτελείται από αυτοσχέδια ξύλινη κατασκευή, από πλαστικό, από ένα είδος κράματος, κάποιο μέταλλο, χαλκό, ή αλουμίνιο. Προκύπταν όμως προβλήματα στο κέντρο βάρους, στη σταθερότητα της κατασκευής των επιμέρους κομματιών της μέσω των ενώσεων, στο ολικό βάρος της, αλλά και το κόστος.

Για την αποφυγή λοιπόν όλων των προαναφερθέντων προβλημάτων, η κατασκευή αγοράστηκε έτοιμη κατόπιν παραγγελίας και αποτελείται από κομμάτια με απόλυτη συμμετρία μεταξύ τους, για την επίτευξη των καλύτερων αποτελεσμάτων. Έτσι, η κατασκευή αποτελείται από τέσσερις τετράγωνους σωλήνες αλουμινίου που χρησιμοποιούνται ως βραχίονες, βάσεις των μοτέρ στα άκρα αυτών όπου στο κάτω μέρος τους προσαρμόζονται κομμάτια που χρησιμοποιούνται σαν "πόδια" και φέρουν ελάσματα για την απόσβεση των κραδασμών κατά την προσγείωση και τέλος τη βάση του Arduino, της κεντρικής μονάδας του τετραπτέρου που αποτελείται από δύο μέρη. Εκτός από τους βραχίονες, τα υπόλοιπα επιμέρους κομμάτια είναι κατασκευασμένα από ανθρακόνημα για υψηλή στιβαρότητα, αντοχή σε θραύση και ιδιαίτερα μικρό βάρος.



Εικόνα 8 (Επιμέρους κομμάτια του σκελετού από αλουμίνιο και ανθρακόνημα)



*Εικόνα 9 ( Όψη του συναρμολογημένου σκελετού )*

Με συνολικό μήκος, περίπου στα εξήντα με εβδομήντα εκατοστά και βάρος πεντακόσια γραμμάρια χωρίς τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα, καθίσταται ευέλικτο και ικανό να αιωρηθεί με περισσότερη ευκολία αλλά και με χαμηλές απαιτήσεις κόστους. Αυτό μας βοηθάει στο σωστό σχεδιασμό του, που μας προσφέρει απόλυτη συμμετρία με αποτέλεσμα να έχουμε ένα καλό κέντρο βάρους.

## **2.2 Ηλεκτρονικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται**

Τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που χρειάστηκε να χρησιμοποιηθούν για τις απαιτήσεις της ολοκλήρωσης, τον έλεγχο και τη σωστή λειτουργία του drone, είναι τα ακόλουθα :

- Μια προγραμματιζόμενη πλακέτα που αποτελεί τη μονάδα ελέγχου του drone.
- Ηλεκτροκινητήρες με ικανή ισχύ έναντι των απαιτήσεων της κατασκευής.



- Έναν ελεγκτή, με σκοπό τη μεταβολή της ταχύτητας των κινητήρων, τη κατεύθυνσή αλλά και τη πέδηση τους.
- Αισθητήρια υπερήχων, για τον έλεγχο αποστάσεων και πιθανών εμποδίων.
- Αισθητήριο για τον έλεγχο της ισορροπίας και σταθερότητας του drone.
- Αισθητήριο ανίχνευσης ήχου για την εκκίνηση και τον τερματισμό της λειτουργίας του drone.
- Μια μπαταρία για την τροφοδοσία της μονάδας ελέγχου, που είναι απαραίτητη για να τεθούν όλα τα παραπάνω σε λειτουργία.
- Προγραμματιστικό περιβάλλον και το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τον πλήρη έλεγχο του drone.

## 2.2.1 Ανάλυση επιλογής ηλεκτρονικών εξαρτημάτων

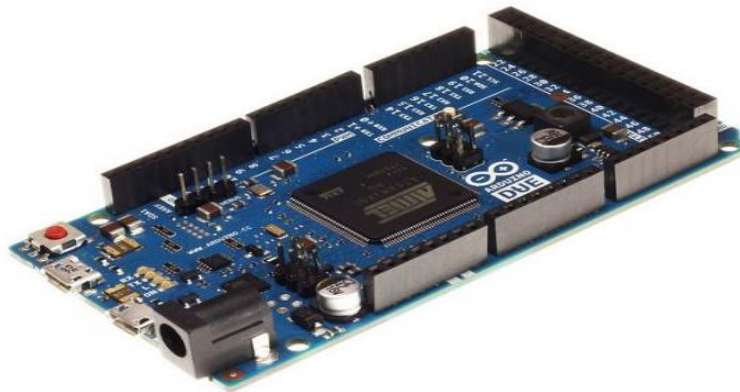
### 2.2.1.1 Μια προγραμματιζόμενη πλακέτα που αποτελεί τη μονάδα ελέγχου του drone

Αρχικά χρειαζόταν μία υπολογιστική πλατφόρμα με έναν μικροεπεξεργαστή ως κέντρο ελέγχου της όλης κατασκευής, που θα μπορούσε να δέχεται δεδομένα από μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να τα στέλνει με κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου του. Οι μονάδες εισόδου και εξόδου θα έπρεπε να είναι αρκετές, ώστε να μπορούμε να συνδέσουμε αρκετά αισθητήρια σε αυτόν. Επίσης θα έπρεπε να είναι αρκετά γρήγορος ο επεξεργαστής που θα φέρει η υπολογιστική πλατφόρμα, ώστε να μη προκύπτουν προβλήματα λόγω καθυστερήσεων στους ελέγχους που θα κάνει. Και τέλος να έχει μικρό μέγεθος και όσο το δυνατό πιο μικρό βάρος.

Έτσι με βάση τις απαιτήσεις αυτές επιλέχθηκε ο μικροελεγκτής Arduino Duemilanove με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά : Έχει τον μικροεπεξεργαστή : AT91SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU και η τάση λειτουργίας του είναι στα 3.3V, 5V με τάση εισόδου από 7- 12V. Τα όρια της τάσης εισόδου είναι 6 - 20V. Παρέχει συνεχές ρεύμα ανά Είσοδο / Έξοδο καθενός Pin, με 130mA και DC ρεύμα για το Pin που δίνει 3.3V με 800mA. Είναι η πρώτη πλακέτα Arduino που βασίζεται σε ένα 32-bit ARM μικροελεγκτή. Διαθέτει 54 ψηφιακές ακίδες εισόδου/εξόδου εκ των οποίων

12 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι PWM, 12 αναλογικές εισόδους, 4 UARTs σειριακές θύρες hardware, ένα ρολόι 84 MHz, ένα USB OTG ικανή σύνδεση, 2 DAC ψηφιακό σε αναλογικό, 2 TWI, μια υποδοχή ρεύματος, μια κεφαλίδα SPI, μια κεφαλίδα JTAG, ένα κουμπί reset και ένα κουμπί διαγραφής.

Η Flash Memory είναι στα 512 KB που είναι όλα διαθέσιμα για τις εφαρμογές των χρηστών. Από SRAM έχει 96 KB (όπου χωρίζεται σε δύο μέρη ένα στα 64 KB και ένα στα 32 KB) που μας παρέχει όλα τα παραπάνω καθώς αποτελείται από 12 κανάλια αναλογικών εισόδων και 54 ψηφιακά κανάλια, εκ των οποίων τα 12 είναι έξοδοι PWM και έχει ταχύτητα (Clock Speed) στα 84 MHz. Με μήκος, μόλις τα 10 εκατοστά (cm) και πλάτος λίγο λιγότερο από 5 εκατοστά (cm) αποτελεί την ιδανική επιλογή για τις ανάγκες ενός τέτοιου είδους project.



*Εικόνα 10 ( Μικροελεγκτής ARDUINO DUE )*

Για την επίτευξη των στόχων με αποτέλεσμα την ολοκλήρωση του συγκεκριμένου έργου, απόλυτα απαραίτητη ήταν μια υπολογιστική πλατφόρμα που ονομάζεται Arduino. Ο Arduino είναι μια «ανοικτού κώδικα» υπολογιστική πλατφόρμα, βασισμένη σε μια απλή μητρική πλακέτα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring. Ουσιαστικά πρόκειται για τη C++ με κάποιες μετατροπές. Είναι ευέλικτος και εύκολος στη χρήση hardware και software. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider.

Στην ουσία, πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται σε έναν μικροελεγκτή της Atmel και του οποίου όλα τα σχέδια, καθώς και το software που χρειάζεται για την λειτουργία του, διανέμονται ελεύθερα και δωρεάν ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθένα. Αφού κατασκευαστεί, μπορεί να συμπεριφερθεί σαν ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού ο χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από τις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου.

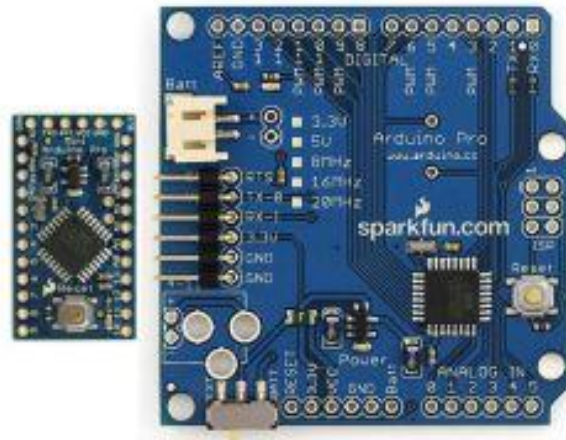
Η ρομποτική είναι μια από τις πολλές εφαρμογές στις οποίες ο Arduino διαπρέπει. Βέβαια, δεν είναι ούτε ο μοναδικός, ούτε και ο καλύτερος δυνατός τρόπος για την δημιουργία μιας οποιασδήποτε διαδραστικής ηλεκτρονικής συσκευής. Όμως, το κύριο πλεονέκτημά του είναι η τεράστια κοινότητα που το υποστηρίζει και η οποία έχει δημιουργήσει, συντηρεί και επεκτείνει μια ανάλογου μεγέθους online γνωσιακή βάση.

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές επίσημες εκδόσεις στις οποίες κυκλοφορεί ο Arduino. Όπως οι Duemilanove, Diecimila, Nano, Mega, Bluetooth, LilyPad, Mini, Mini USB, Pro, Pro Mini, Serial και Serial SS. Συνιστάται κυρίως η αγορά του Arduino Duemilanove ή τουλάχιστον των Diecimila ή Mega, επειδή διαθέτουν υποδοχή USB και είναι συμβατές με τα shield.

**Πλατφόρμα :** Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωση του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz ή 84 MHz όπως ο Arduino Duemilanove. Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής. Γενικά όλες οι πλακέτες είναι προγραμματισμένες μέσω μιας σειριακής σύνδεσης RS-232, αλλά ο τρόπος με τον οποίο αυτό υλοποιείται ποικίλλει ανάλογα με την έκδοση. Οι σειριακές πλακέτες Arduino περιέχουν ένα απλό κύκλωμα αντιστροφής για την μετατροπή ανάμεσα στα σήματα των επιπέδων RS-232 και TTL. Οι πλακέτες Arduino που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά, προγραμματίζονται μέσω USB, εφαρμόζοντας ένα τσίπ προσαρμογέα USB-to-serial όπως το FTDI FT232. Κάποιες παραλλαγές, όπως το Arduino mini και το ανεπίσημο Boarduino, χρησιμοποιούν προσαρμογέα USB-to-serial σε μορφή πλακέτας ή καλωδίου. Η πλακέτα του Arduino έχει εκτεθειμένες τις περισσότερες επαφές εισόδου/εξόδου για χρήση με άλλα κυκλώματα. Διάφορες plug-in πλακέτες εφαρμογών γνωστές σαν “shields” είναι, επίσης, διαθέσιμες στο εμπόριο. Είναι πίνακες που τοποθετούνται εύκολο στην κορυφή του PCB Arduino για επέκταση των δυνατοτήτων του ( Βλέπε εικόνες 8 και 9).



Εικόνα 11 ( Πλακέτα επέκτασης δυνατοτήτων του κύριου μικροελεγκτή )



Εικόνα 12 ( Πλακέτα επέκτασης δυνατοτήτων του κύριου μικροελεγκτή )

### 2.2.1.2 Μοτέρ, με ικανή ισχύ έναντι των απαιτήσεων της κατασκευής

Φυσικά για την επίτευξη του κύριου στόχου, την αιώρηση του drone, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η χρήση ιδανικών μοτέρ, ικανών να μπορούν να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις της κατασκευής. Επιλέχθηκαν λοιπόν μοτέρ συνεχούς ρεύματος ( DC ) με ισχύ 980 KV ανά μοτέρ, με κύριο γνώμονα τη ταχύτητα τους και το συνολικό βάρος της κατασκευής που πρέπει να ελέγχουν, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις τους στη κατανάλωση ισχύς.

Στον παρακάτω πίνακα (Εικόνα 14), βλέπουμε τα χαρακτηριστικά των DC ηλεκτροκινητήρων που χρησιμοποιήθηκαν. Καταλαβαίνουμε πως με βάση τη μπαταρία που θα τα τροφοδοτήσει, θα έχουμε και τα ανάλογα αποτελέσματα, παραδείγματος χάριν στην ώθηση. Σημαντικό ρόλο επίσης, παίζει και η προπέλα - φτερωτή που θα χρησιμοποιηθεί. Εδώ η μπαταρία που έχει χρησιμοποιηθεί είναι στα 11.1 Volt και οι προπέλες σε μέγεθος 9x4.7, 23 εκατοστά μήκος και 3.6 εκατοστά πλάτος. Ο κάθε ηλεκτροκινητήρας από αυτούς αποτελείται από 12 πόλους, είναι κατανοητό λοιπόν πως για να τεθούν σε λειτουργία δεν αρκεί μόνο να συνδέσουμε τους πόλους μιας μπαταρίας στα άκρα αυτού. Η λειτουργία τους είναι αποτέλεσμα μιας ακολουθίας διαδικασιών που θα αναλυθεί αργότερα.



Εικόνα 13 ( Ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος – DC )

Motor: A2212 KV:980						
Technical Datas			Recommended Prop(inch)			
KV	980		Standard	2s-1147/1155	Max thrust	2s-9050
Configu-ration	12N14P			3s-7035/8040		3s-8043
Stator Diameter	22mm					
STator Length	12mm					
Shaft Diameter	3mm					
Motor Dimension(Dia. * Len)	Φ27*30mm					
Weight(g)	50					
Idle current(10v)(A)	0.5					
No. of Cells(Lipo)	2-3S					
Max Continuous current(A)180S	14.5					
Max Continuous Power(W)180S	160					
Max. efficiency current	(4-9A)>80%					
internal resistance	120mΩ					
Tested with Angel 20A ESC						
Prop	Volts (V)	Amps (A)	Watts (W)	Thrust (g)	Efficiency (g/W)	
9x4.7	7	4.4	30.8	360	11.69	
	8.5	5.7	48.45	510	10.53	
	10	7.3	73	610	8.36	
	11	8.3	91.3	720	7.89	
10x4.7	7	7.5	52.5	540	10.29	
	8.5	9.6	81.6	660	8.09	
	10	11.2	112	760	6.79	
	11	12.4	136.4	820	6.01	

Εικόνα 14 ( Πίνακας χαρακτηριστικών των ηλεκτροκινητήρων )

### **2.2.1.3 Μια μονάδα ελέγχου μέσω ηλεκτρονικού κυκλώματος, με σκοπό τον έλεγχο και τη μεταβολή της ταχύτητας των ηλεκτροκινητήρων, τη κατεύθυνσή αλλά και τη πέδηση τους**

Οι κινητήρες χωρίς ψήκτρες είναι κινητήρες πολλαπλών φάσεων, συνήθως έχουν τρεις (3), οπότε η άμεση παροχή ρεύματος δε μπορεί να τους ενεργοποιήσει. Έτσι μπαίνει στο παιχνίδι το ESC ( Electronic Speed Controller ) ή αλλιώς ηλεκτρονικός ελεγκτής ταχύτητας και δουλεύει ως εξής : Παράγει τρία σήματα ( στη περίπτωση των τριών φάσεων ) υψηλής συχνότητας με διαφορετικές φάσεις αλλά ελεγχόμενα συνεχώς για να κρατήσει τον κινητήρα σε περιστροφή. Είναι επίσης σε θέση να προμηθεύει πολύ ρεύμα ενώ και οι κινητήρες μπορούν να αντλήσουν πολύ δύναμη.

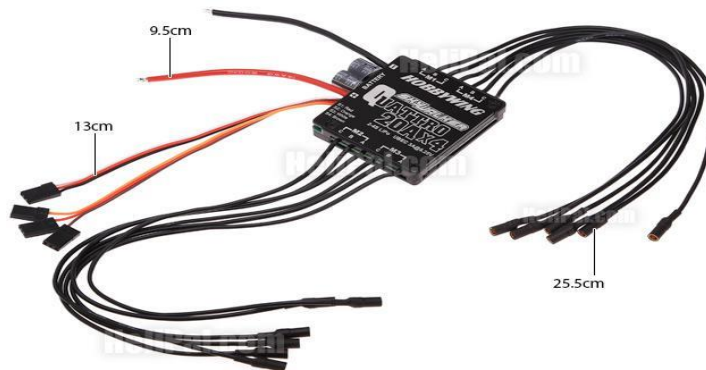
Το ESC είναι μια πλακέτα ελέγχου των κινητήρων που έχει μία είσοδο τροφοδοσίας και μία έξοδο τριών φάσεων για τον κάθε κινητήρα. Κάθε ένα ESC ελέγχεται ανεξάρτητα από ένα σήμα PPM, παρόμοιο του PWM. Οι συχνότητες των σημάτων ποικίλλουν πολύ, αλλά για ένα Quadcopter συνιστάται ότι ο ελεγκτής θα πρέπει να στηρίζει αρκετά υψηλή συχνότητα σήματος έτσι ώστε οι ταχύτητες του κινητήρα να ρυθμίζονται γρηγορότερα για βέλτιστη σταθερότητα ( δηλαδή να έχει τουλάχιστον 200 με 300 Hz PPM σήμα ).

Ο ρυθμιστής αυτός είναι ο πρώτος στο κόσμο, υψηλής απόδοσης που αποτελεί και την τέλεια λύση ισχύος για quadcopter αφού έχει 4 τέτοιους ελεγκτές σε μια ενιαία μονάδα. Ονομάζεται brushless ESC – Skywalker Quattro 20Ax4-UBEC, είναι κατάλληλος γενικά για τα αεροσκάφη multirotor και αεροπλάνα τεσσάρων κινητήρων, διότι αυτά τα αεροσκάφη αποτελούνται από τέσσερις κινητήρες έναν σε κάθε γωνία. Έτσι, θα έπρεπε να τοποθετείται μια μονάδα ESC σε κάθε βραχίονα για τον έλεγχο καθενός από αυτούς. Μπορεί να προσφέρει καλύτερη συνοχή, αλλά και την απλοποίηση της πολυπλοκότητας των καλωδίων, έτσι ώστε να βελτιώσει την αξιοπιστία της εργασίας.

Έχει γίνει πολύ δημοφιλής ως μια νέα γενιά μοντέλων ESC, το οποίο είναι απλό στη δομή του, ελαφρύ και εύκολο στη λειτουργία του. Το ESC που χρησιμοποιείται στη δική μας περίπτωση μπορεί να αποδώσει μέγιστη ταχύτητα 35000rpm, αφού τόσο του επιτρέπουν τα μοτέρ που αποτελούνται από 12 πόλους το καθένα από αυτά. Οι διαστάσεις του είναι 70mmX62mmX11mm και το βάρος του δε ξεπερνά τα 112g.

Τα δύο καλώδια (κόκκινο - μαύρο) μήκους 9.5 εκατοστών που βλέπουμε, είναι υπεύθυνα για την τροφοδότησή της πλακέτας μέσω της μπαταρίας. Από τα έξι πολύχρωμα μήκους 13 εκατοστών, τα τέσσερα καλώδια, αναφέρονται το καθένα σε ένα μόνο μοτέρ ( μέσω από τις εντολές που λαμβάνουν από την μονάδα ελέγχου Arduino ) και είναι απαραίτητα για τη σύνδεση και τον έλεγχο αυτών. Τα άλλα δύο εκ των 13, χρώματος (κόκκινο - μαύρο)

λειτουργούν σαν έξοδο τάσης 5Volt και γείωση. Όταν λοιπόν συνδέσουμε την μπαταρία μας με τη παραπάνω πλακέτα των τεσσάρων ESC, μπορούμε μέσω αυτών των καλωδίων να τροφοδοτήσουμε και τον Arduino, έτσι όπως πρέπει να κάνουμε δηλαδή για να αναγνωρίσει τα ESC και ο μικροεπεξεργαστής μας. Τα υπόλοιπα καλώδια που μένουν, μήκους 25.5 εκατοστών, είναι η έξοδος τριών φάσεων καθενός ESC και χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των μοτέρ μέσω των φάσεων του, σε αυτό.



Εικόνα 15 ( Μονάδα ελέγχου των ηλεκτροκινητήρων )

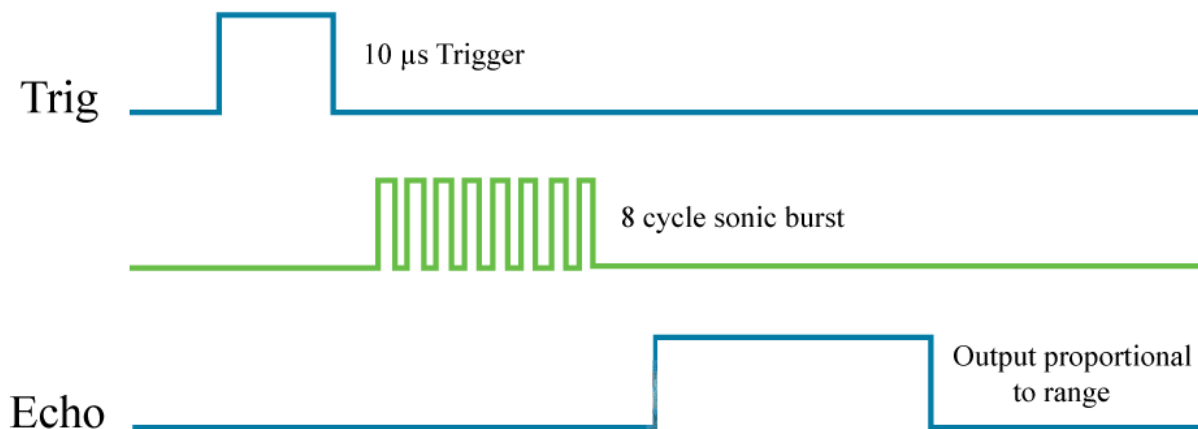
#### 2.2.1.4 Αισθητήρια υπερήχων, για τον έλεγχο αποστάσεων και πιθανών εμποδίων

Για την αναγνώριση αντικειμένων στο χώρο, την αποφυγή αυτών και τη μέτρηση της απόστασης από το έδαφος έπρεπε να επιλεγθούν αισθητήρια, ακριβή στις μετρήσεις τους, όπως το αισθητήριο υπερήχων (Ultrasonic sensor HC-SR04). Χρησιάστηκε λοιπόν τρία αισθητήρια από αυτά ως ελάχιστο δυνατό αριθμό. Τοποθετήθηκαν ένα στο κάτω μέρος της κατασκευής, ώστε να μπορεί να αντιληφθεί την απόσταση που θα ανυψωθεί απ' το έδαφος και τα άλλα δύο στο εμπρός και πίσω μέρος της κατασκευής, για τον έλεγχο πιθανών εμποδίων και την αποφυγή τους. Είναι τοποθετημένα στο κέντρο του drone σε κατάλληλα σημεία, ώστε η γωνία ελέγχου του καθενός να καλύπτει από δύο έλικες. Τους δυο μπροστινούς έλικες το εμπρόσθιο και τους δύο πίσω το οπίσθιο αισθητήριο.



Εικόνα 16 ( Αισθητήριο υπερήχων )

Για να ξεκινήσει η διαδικασία εύρεσης της απόστασης, χρειάζεται να τροφοδοτήσουμε με ένα σύντομο παλμό 10μs την είσοδο του αισθητηρίου, στέλνουμε δηλαδή από τον μικροεπεξεργαστή μας μέσω μιας ψηφιακής θύρας (PWM=Pulse Width Modulation) τον παλμό στο Trig pin του αισθητηρίου και τότε το αισθητήριο, μέσω του πομπού Trig θα στείλει ένα σήμα οκτώ κύκλων με συχνότητα 40 KHz που ταξιδεύει στη ταχύτητα του ήχου. Όταν γίνει ανάκλαση του σήματος επιστρέφει στον δέκτη Echo και μετατρέπεται σε ένα ηλεκτρικό σήμα. Τότε το Echo pin στέλνει στον μικροεπεξεργαστή το χρόνο σε μs του σήματος ήχου που ταξίδεψε. Η μετρήσιμη απόσταση είναι αναλογική με το πλάτος του παλμού που λαμβάνουμε στο Echo και μπορεί να μετρηθεί με τον τύπο που θα δοθεί παρακάτω.



Εικόνα 17 ( Επεξήγηση της λειτουργίας του αισθητηρίου υπερήχων )



Για να γίνει πιο κατανοητό, ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα αντικείμενο στα δέκα εκατοστά (10cm) από το αισθητήριο μας. Παίρνοντας ως δεδομένο ότι η ταχύτητα του ήχου είναι 340 μέτρα το δευτερόλεπτο (m/s) ή 0.034 εκατοστά το εκατομμυριοστό του δευτερολέπτου (cm/μs) το ηχητικό σήμα θα κάνει 294μs να ταξιδέψει. Ο χρόνος που θα λάβει ο μικροεπεξεργαστής από το Echo pin είναι ο διπλάσιος από τον πραγματικό, επειδή το ηχητικό σήμα χρειάζεται να ταξιδέψει ως το αντικείμενο και πίσω. Συμπερασματικά για να έχουμε την απόσταση σε εκατοστά πρέπει να πολλαπλασιάσουμε την διάρκεια χρόνου που λαμβάνουμε από το Echo pin με την ταχύτητα του ήχου και να τα διαιρέσουμε δια δύο.

Ταχύτητα ήχου :  $v = 340 \text{ m/s} = 0.034 \text{ cm}/\mu\text{s}$

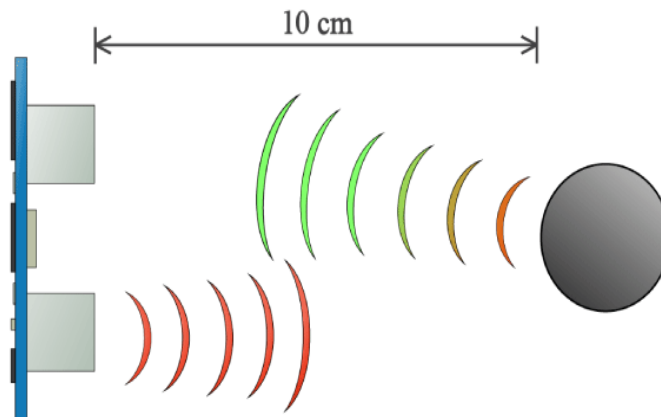
(Η μετατροπή γίνεται ώστε να έχουμε ίδια μονάδα μέτρησης με την απόσταση)

Χρόνος = Απόσταση / Ταχύτητα

Παράδειγμα :  $t = s / v = 10\text{cm} / 0.034\text{cm}/\mu\text{s} = 294\mu\text{s}$

$s = (t \cdot v) / 2 = (t \cdot 0.034) / 2$

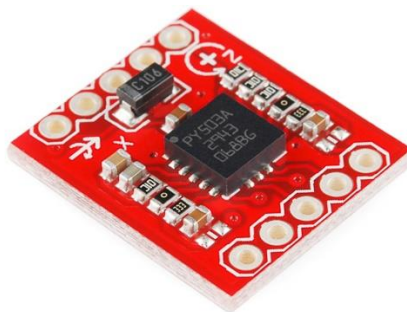
Απόσταση = Χρόνος · Ταχύτητα / 2



Εικόνα 18 ( Παράδειγμα λειτουργίας αισθητηρίου υπερήχων )

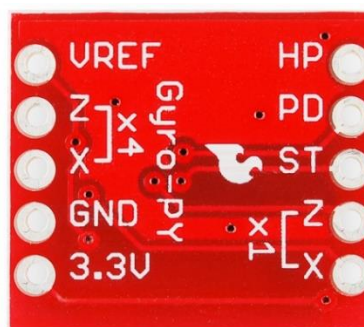
### 2.2.1.5 Αισθητήριο για τον έλεγχο της ισορροπίας του drone

Ένα ακόμη αισθητήριο που χρειάστηκε, ήταν για τον έλεγχο της ισορροπίας, για αυτό το σκοπό χρησιμοποιήθηκε ένα αισθητήριο γυροσκοπίου 2 αξόνων. Το γυροσκόπιο φέρει την ονομασία LPY503AL και αυτό που κάνει είναι να μετράει τη γωνιακή ταχύτητα των αξόνων. Έχει δύο διαφορετικές αναλογικές εξόδους, τόσο για τον άξονα του x όσο και για τον άξονα του z, ο ένας άξονας ενισχύεται x1 και ο άλλος 4x. Η τάση που απαιτεί είναι μεταξύ 2.7 και 3.6V DC.



Εικόνα 19 ( Αισθητήριο ελέγχου ισορροπίας )

Γενικά, ένα γυροσκόπιο μπορεί να μας δείξει την περιστροφική κίνηση, τείνει όμως να παρασύρει πολλά, πράγμα που σημαίνει ότι αν ξεκινήσει η περιστροφή του αισθητήρα, το γυροσκόπιο θα αποδώσει τη γωνιακή ταχύτητα, αλλά όταν σταματήσει δε σημαίνει πως αναγκαστικά πάει πίσω στις 0 μοίρες / sec. Οπότε, εάν στη συνέχεια χρησιμοποιηθούν οι ενδείξεις του γυροσκοπίου, θα παίρνουμε ένα προσανατολισμό που συνεχίζει να κινείται (παρασύρεται) αργά, ακόμα και όταν σταματήσει η περιστροφή του αισθητήρα.



Εικόνα 20 ( Αισθητήριο ελέγχου ισορροπίας – Κάτω όψη )

### 2.2.1.6 Αισθητήριο ανίχνευσης ήχου για την εκκίνηση και τον τερματισμό της λειτουργίας του drone

Το παρακάτω αισθητήριο είναι ένα αισθητήριο ανίχνευσης ήχου, το οποίο είναι σχεδιασμένο να δημιουργεί ένα σήμα εξόδου όταν ο δέκτης του ανιχνεύσει ένα ηχητικό σήμα. Διαθέτει 2 εξόδους αναλογικού και ψηφιακού σήματος, έναν ακροδέκτη τροφοδοσίας ( +5V DC ) και έναν ακροδέκτη γείωσης. Υπάρχει ένας δέκτης ο οποίος λαμβάνει το ηχητικό σήμα και το στέλνει στον μικροελεγκτή μέσω μίας εκ των δυο εξόδων. Επίσης υπάρχει ένα ποτενσιόμετρο μέσω του οποίου έχουμε την δυνατότητα να ρυθμίσουμε την ευαισθησία του αισθητηρίου, δηλαδή σε ποια συχνότητα θέλουμε να ανιχνεύει ένα ηχητικό σήμα.



Εικόνα 21 ( Αισθητήριο ανίχνευσης ήχου )

Εμείς το χρησιμοποιούμε επειδή μας δίνει τη δυνατότητα να στέλνουμε ένα κατάλληλο ψηφιακό σήμα στη μονάδα ελέγχου των ηλεκτροκινητήρων. Με αυτό τον τρόπο, μπορούμε να ενεργοποιούμε και να απενεργοποιούμε τους ηλεκτροκινητήρες, όποτε εμείς θέλουμε.

### 2.2.1.7 Μια μπαταρία για την τροφοδοσία, που είναι απαραίτητη για να τεθούν όλα τα παραπάνω σε λειτουργία

Τέλος, για την τροφοδοσία που το καθιστά αυτόνομο, τόσο του μικροελεγκτή και των επιμέρους αισθητηρίων, όσο και των μοτέρ που φέρει, επιλέχτηκε μια μπαταρία με χωρητικότητα στις 4200mAh με τάση εξόδου στα 11.1 Volt. Είναι κατηγορίας LiPO (Λιθίου Πολυμερούς) Νάνο-τεχνολογίας για περισσότερη ισχύ, διάρκεια ζωής και γρηγορότερη φόρτιση. Όπως είπαμε και προηγουμένως, οι κινητήρες που θα χρησιμοποιηθούν είναι αλληλένδετοι με την μπαταρία που χρειαζόμαστε, οπότε η επιλογή της έγινε με βάση τις απαιτήσεις των κινητήρων για τα βέλτιστα αποτελέσματα. Το βάρος της είναι 336 gr και οι διαστάσεις του 25 x 43 x 137mm.



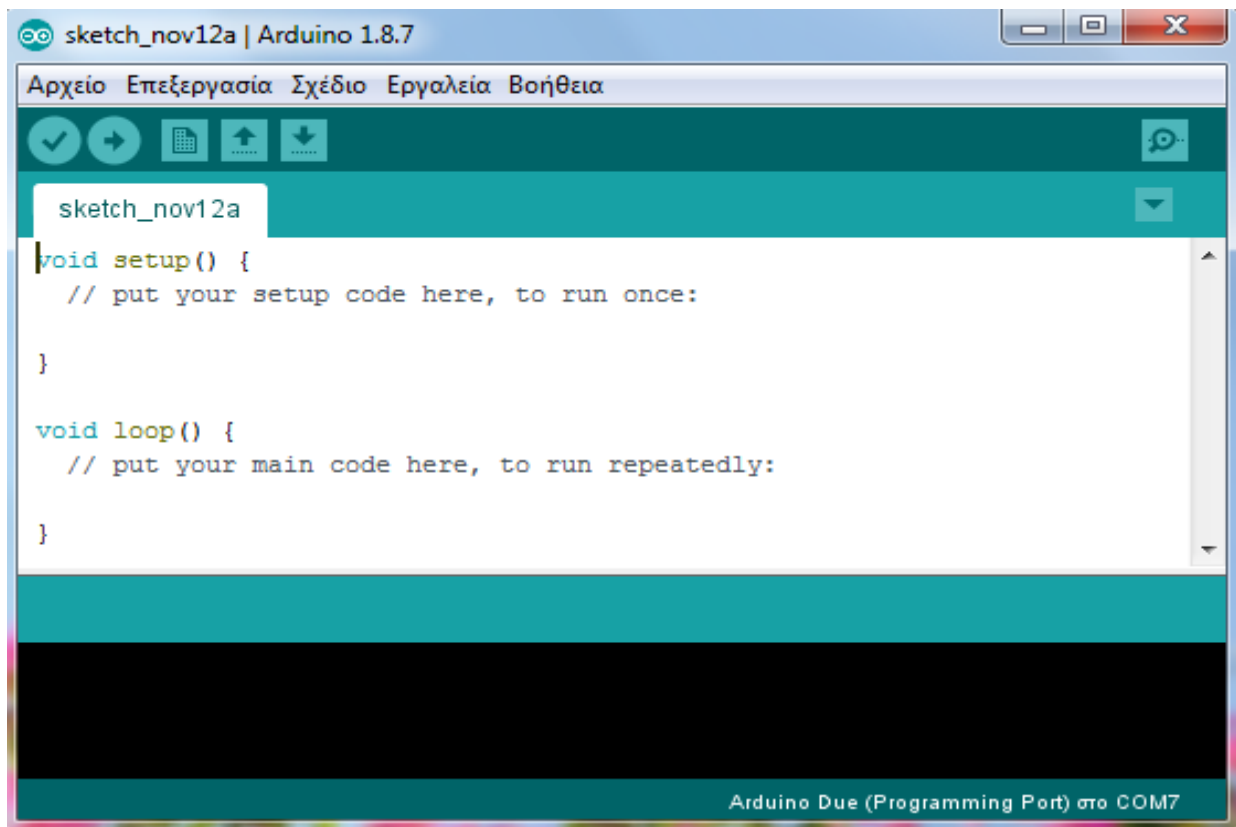
Εικόνα 22 ( Μπαταρία τροφοδοσίας 4200 mAh )

### 2.2.1.8 Προγραμματιστικό περιβάλλον και το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τον πλήρη έλεγχο του drone

**Λογισμικό :** Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (intergrated development environment - IDE) του Arduino είναι γραμμένο σε Java και μπορεί να τρέξει σε πολλαπλές πλατφόρμες. Περιλαμβάνει επεξεργαστή κώδικα (επεξεργαστή κειμένου με διάφορα εύχρηστα εργαλεία) και μεταγλωττιστή, επίσης έχει την ικανότητα να φορτώνει εύκολα το πρόγραμμα μέσω θύρας USB ή σειριακής θύρας από τον υπολογιστή στην πλακέτα.

Το περιβάλλον ανάπτυξης είναι βασισμένο στην Processing, ένα περιβάλλον ανάπτυξης σχεδιασμένο να εισαγάγει στον προγραμματισμό νέους χρήστες, μη εξοικειωμένους με την ανάπτυξη λογισμικού. Η συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού προέρχεται από την Wiring, μια γλώσσα που μοιάζει με την C όμως έχει κάποιες μετατροπές, όπως προαναφέραμε, η οποία παρέχει παρόμοια λειτουργικότητα για μια πιο περιορισμένης σχεδίασης πλακέτα, της οποίας το περιβάλλον ανάπτυξης βασίζεται επίσης στην Processing.

Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται το περιβάλλον ανάπτυξης εγγραφής κώδικα.



Εικόνα 23 ( Περιβάλλον λογισμικού προγραμματισμού του Arduino )

Ανοίγοντας ένα νέο παράθυρο βλέπουμε δυο συναρτήσεις τη void setup και τη void loop. Στην αρχή κάθε κώδικα χρησιμοποιούμε τη void setup για να αρχικοποιήσουμε τις μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν ή να καλέσουμε βιβλιοθήκες. Η λειτουργία setup () εκτελείται μόνο μία φορά, μετά από κάθε ενεργοποίηση του Arduino. Μετά τη δημιουργία της συνάρτησης setup () δημιουργούμε την συνάρτηση loop () της οποίας η εκτέλεση είναι επαναλαμβανόμενη και αποτελείται από το κύριο μέρος του κώδικα. Εξίσου απαραίτητες για την εκτέλεση ενός προγράμματος είναι και οι δύο, ανεξαρτήτως εάν χρειαστεί ή όχι να χρησιμοποιηθεί μία από τις δύο.

Ως ερευνητική εργασία υλοποίησης ενός drone πέρα από το κομμάτι συλλογής πληροφοριών μας απασχόλησε και ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή (Arduino DUE). Παρακάτω αναφέρουμε τμηματικά τον κώδικα και εξηγούμε τη λειτουργία του και των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων μέσα από τη γλώσσα προγραμματισμού.

Στη συνέχεια, στο κομμάτι κώδικα που παρουσιάζουμε φαίνεται ο τρόπος δήλωσης των μεταβλητών που αφορούν τα αισθητήρια υπερήχων. Ο ελάχιστος αριθμός αισθητηρίων για ικανοποιητικό αποτέλεσμα στον έλεγχο του χώρου που θα βρίσκεται το drone είναι τρία, εμπρός, πίσω και κάτω. Η δήλωση των ακροδεκτών του κάθε αισθητηρίου γίνεται σε θύρες PWM του μικροελεγκτή.

Με την εντολή `int` (integer) ορίζεται κάθε μεταβλητή ως αποθηκευτικός χώρος τιμών.

```
int echo_front_Pin = 8; // Δήλωση αντιστοιχίας του ακροδέκτη echo (echo_front_Pin) και
int trig_front_Pin = 9; // Δήλωση αντιστοιχίας του ακροδέκτη trig (trig_front_Pin), του
                        // αισθητηρίου υπερήχων για το εμπρός μέρος, στις θύρες PWM 8
                        // και 9 αντίστοιχα.
```

```
int echo_back_Pin = 10; //Δήλωση αντιστοιχίας του ακροδέκτη echo(echo_back_Pin) και
int trig_back_Pin = 11; //Δήλωση αντιστοιχίας του ακροδέκτη trig(trig_back_Pin) , του
                        // αισθητηρίου υπερήχων για το πίσω μέρος, στις θύρες PWM 10
                        // και 11 αντίστοιχα.
```

```
int echo_down_Pin = 12; // Δήλωση αντιστοιχίας του ακροδέκτη echo(echo_down_Pin) και
int trig_down_Pin = 13; // Δήλωση αντιστοιχίας του ακροδέκτη trig(trig_down_Pin), του
                        // αισθητηρίου υπερήχων για το κάτω μέρος, στις θύρες PWM 12
                        // και 13 αντίστοιχα.
```

Για την κατανόηση της λειτουργίας των ηλεκτροκινητήρων σε δοκιμαστική φάση χρησιμοποιείται ένα ποτενσιόμετρο για τον έλεγχο των στροφών που στην τελική κατάσταση του drone δεν θα χρησιμοποιείται. Δηλώνεται και αυτό ως μεταβλητή αποθήκευσης τιμών με

τη διαφορά ότι συνδέεται σε αναλογική θύρα στον μικροελεγκτή εφόσον του δίνουμε εμείς τιμές.

```
int PotensiometroPin = A9; //Δήλωση αντιστοιχίας ποτενσιομέτρου με την αναλογική θύρα
                             εισόδου A9. Οι τιμές που δίνουμε μέσω του ποτενσιομέτρου
                             στέλνονται στην θύρα A9 και από εκεί τις “βλέπει” ο
                             μικροεπεξεργαστής.
```

Με τον ίδιο τρόπο ορίζουμε παρακάτω τα τέσσερα μοτέρ που φέρει το drone σε θύρες PWM. Συγκεκριμένα κάθε μία θύρα από αυτές συνδέεται με μια είσοδο του ESC το οποίο είναι υπεύθυνο να δώσει το κατάλληλο σήμα στον ηλεκτροκινητήρα.

```
int motor1Pin = 2; //Ο ηλεκτροκινητήρας 1 συνδέεται με τη θύρα PWM 2
int motor2Pin = 3; //Ο ηλεκτροκινητήρας 2 συνδέεται με τη θύρα PWM 3
int motor3Pin = 4; //Ο ηλεκτροκινητήρας 3 συνδέεται με τη θύρα PWM 4
int motor4Pin = 5; //Ο ηλεκτροκινητήρας 4 συνδέεται με τη θύρα PWM 5
```

Έπειτα δηλώνουμε τις μεταβλητές που αφορούν τις αποστάσεις, που μετρούν τα αισθητήρια υπερήχων, ως ακεραίους αριθμούς.

```
int apostash_front;
int apostash_back;
int apostash_down;
```

```
int sound_in = 6; //Το αισθητήριο ήχου συνδέεται με τη θύρα PWM 6
```

```
int val = 0; //Εκχωρούμε στην μεταβλητή val την τιμή 0
```

```
int x=0; // Αρχικοποιούμε τον μετρητή x για την εντολή επανάληψης που χρησιμοποιούμε
παρεκάτω.
```

Για την επικοινωνία του μικροελεγκτή με το προγραμματιστικό περιβάλλον του υπολογιστή απαραίτητη είναι η χρήση της ακόλουθης εντολής (`Serial.begin (9600)`), η οποία εκτελείται μέσα στην `void setup ()` πριν από την εκτέλεση του κώδικα. Η επικοινωνία αυτή καθορίζεται από το

ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (Baud rate), όπου γίνεται μέσω σειριακής θύρας και λαμβάνει τις ακόλουθες ταχύτητες : 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 ή 115200. Ωστόσο, μπορούμε να ορίσουμε και άλλες τιμές στη περίπτωση που χρησιμοποιείται κάποιο εξειδικευμένο εξάρτημα-πλακέτα.

```
void setup()
```

```
{
```

```
  Serial.begin (9600);
```

Με την εντολή pinMode ορίζουμε το pin που χρησιμοποιούμε να λειτουργεί ως είσοδος (INPUT) ή έξοδος (OUTPUT).

```
  pinMode(echo_front_Pin, INPUT); // Με την εντολή αυτή ορίζουμε το echo_front_Pin να λειτουργεί ως είσοδος στον μικροελεγκτή.
```

```
  pinMode(trig_front_Pin, OUTPUT); // Και το trig_front_Pin ορίζεται να λειτουργεί ως έξοδος του μικροελεγκτή.
```

```
  pinMode(echo_back_Pin, INPUT); // Με την εντολή αυτή ορίζουμε το echo_back_Pin να λειτουργεί ως είσοδος στον μικροελεγκτή.
```

```
  pinMode(trig_back_Pin, OUTPUT); // Και το trig_back_Pin ορίζεται να λειτουργεί ως έξοδος του μικροελεγκτή.
```

```
  pinMode(echo_down_Pin, INPUT); // Με την εντολή αυτή ορίζουμε το echo_down_Pin να λειτουργεί ως είσοδος στον μικροελεγκτή.
```

```
  pinMode(trig_down_Pin, OUTPUT); // Και το trig_down_Pin ορίζεται να λειτουργεί ως έξοδος του μικροελεγκτή.
```

```
  pinMode (sound_in, INPUT); //Ορίζουμε ως είσοδο στον μικροελεγκτή το σήμα από το αισθητήριο ήχου.
```



```
pinMode(motor1Pin, OUTPUT); //Με την εντολή αυτή ορίζουμε ως έξοδο το motor1Pin που  
συνδέεται με την θύρα PWM 2.
```

```
pinMode(motor2Pin, OUTPUT); //Με την εντολή αυτή ορίζουμε ως έξοδο το motor2Pin που  
συνδέεται με την θύρα PWM 3.
```

```
pinMode(motor3Pin, OUTPUT); //Με την εντολή αυτή ορίζουμε ως έξοδο το motor3Pin που  
συνδέεται με την θύρα PWM 4.
```

```
pinMode(motor4Pin, OUTPUT); //Με την εντολή αυτή ορίζουμε ως έξοδο το motor4Pin που  
συνδέεται με την θύρα PWM 5.
```

```
initialize_escape(); //Στο σημείο αυτό καλούμε την συνάρτηση initialize_escape() με την  
οποία δημιουργούμε μια εικόνα της κατάστασης των ηλεκτροκινητήρων  
μας.
```

```
apostash_front = sonar(trig_front_Pin, echo_front_Pin); // Γίνεται κλήση της συνάρτησης  
sonar(), που εκτελείται παρακάτω,  
μας επιστρέφει την τιμή της  
απόστασης από το αισθητήριο εως το  
πιθανό εμπόδιο και  
εκχωρείται στη μεταβλητή  
apostash_front.
```

```
apostash_back = sonar(trig_back_Pin, echo_back_Pin); // Γίνεται κλήση της συνάρτησης  
sonar(), που εκτελείται παρακάτω,  
μας επιστρέφει την τιμή της  
απόστασης από το αισθητήριο εως το  
πιθανό εμπόδιο και  
εκχωρείται στη μεταβλητή  
apostash_back.
```

```

apostash_down = sonar(trig_down_Pin, echo_down_Pin); // Γίνεται κλήση της συνάρτησης
                                                    sonar(), που εκτελείται παρακάτω,
                                                    μας επιστρέφει την τιμή της
                                                    απόστασης από το αισθητήριο εως το
                                                    πιθανό εμπόδιο και
                                                    εκχωρείται στη μεταβλητή
                                                    apostash_down.
}

```

Μέσα στην συνάρτηση sonar() εκτελείται η διαδικασία μετατροπής του σήματος, που επιστρέφεται στο αισθητήριο υπερήχων, σε τιμή η οποία έχει μονάδα μέτρησης τα εκατοστά (cm).

```

void initialize_escape(){

```

```

    delay(1000); // Δημιουργεί καθυστέρηση 1000 (ms)

```

```

    analogWrite(motor1Pin, 0); // Βάζει την τιμή μηδέν (0) στη μεταβλητή motor1Pin

```

```

    analogWrite(motor2Pin, 0); // Βάζει την τιμή μηδέν (0) στη μεταβλητή motor2Pin

```

```

    analogWrite(motor3Pin, 0); // Βάζει την τιμή μηδέν (0) στη μεταβλητή motor3Pin

```

```

    analogWrite(motor4Pin, 0); // Βάζει την τιμή μηδέν (0) στη μεταβλητή motor4Pin

```

```

    int m_pin1 = analogRead(motor1Pin); // Διαβάζει την τιμή που έχει η μεταβλητή motor1Pin
                                        τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή και την εκχωρεί στη
                                        μεταβλητή m_pin1

```

```

    int m_pin2 = analogRead(motor2Pin); // Διαβάζει την τιμή που έχει η μεταβλητή motor2Pin
                                        τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή και την εκχωρεί στη
                                        μεταβλητή m_pin2

```

```
int m_pin3 = analogRead(motor3Pin); // Διαβάζει την τιμή που έχει η μεταβλητή motor3Pin
                                     τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή και την εκχωρεί στη
                                     μεταβλητή m_pin3
```

```
int m_pin4 = analogRead(motor4Pin); // Διαβάζει την τιμή που έχει η μεταβλητή motor4Pin
                                     τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή και την εκχωρεί στη
                                     μεταβλητή m_pin4
```

```
Serial.print("val1.1 = "); // Τυπώνει το μήνυμα "val1.1 = "
```

```
Serial.println(m_pin1); // Τυπώνει την τιμή της μεταβλητής m_pin1
```

```
Serial.print("val2.1 = "); // Τυπώνει το μήνυμα "val2.1 = "
```

```
Serial.println(m_pin2); // Τυπώνει την τιμή της μεταβλητής m_pin2
```

```
Serial.print("val3.1 = "); // Τυπώνει το μήνυμα "val3.1 = "
```

```
Serial.println(m_pin3); // Τυπώνει την τιμή της μεταβλητής m_pin3
```

```
Serial.print("val4.1 = "); // Τυπώνει το μήνυμα "val4.1 = "
```

```
Serial.println(m_pin4); // Τυπώνει την τιμή της μεταβλητής m_pin4
```

```
delay(2000); // Δημιουργεί καθυστέρηση 2000 (ms)
```

```
analogWrite(motor1Pin, 0);
```

```
analogWrite(motor2Pin, 0);
```

```
analogWrite(motor3Pin, 0);
```

```
analogWrite(motor4Pin, 0);
```

```
m_pin1 = analogRead(motor1Pin);
```

```

m_pin2 = analogRead(motor2Pin);
m_pin3 = analogRead(motor3Pin);
m_pin4 = analogRead(motor4Pin);
Serial.print("val1.2 = ");
Serial.println(m_pin1);
Serial.print("val2.2 = ");
Serial.println(m_pin2);
Serial.print("val3.2 = ");
Serial.println(m_pin3);
Serial.print("val4.2 = ");
Serial.println(m_pin4);
}

```

```

int sonar(int trig, int echo) // Ορισμός συνάρτησης sonar
{
    int duration; // Δήλωση μεταβλητής εκχώρησης του σήματος.
    digitalWrite(trig, HIGH); // Εκχωρούμε μέγιστη τιμή στον ακροδέκτη εισόδου του
                               αισθητηρίου.
    delayMicroseconds(500); // Προκαλούμε μια καθυστέρηση 500 (ms)
    digitalWrite(trig, LOW); // Εκχωρούμε ελάχιστη τιμή στον ακροδέκτη εξόδου του
                              αισθητηρίου.
    duration = pulseIn(echo, HIGH); //Τη μέγιστη τιμή από την έξοδο την εκχωρεί στη
                                    μεταβλητή duration.
    return ((duration/2) / 29.1); // Επιστρέφει στη void setup() τη τιμή της απόστασης σε
                                   εκατοστά (cm).
}

```

Στην void loop() εκτελείται επαναλαμβανόμενα το κύριο μέρος του κώδικα όπου όλες οι διαδικασίες που το καθιστούν λειτουργικό, εφαρμόζονται.

```
void loop()
```

```
{
```

Στις ακόλουθες τέσσερις γραμμές κώδικα χρησιμοποιούμε την εντολή analogWrite, διότι μας δίνει τη δυνατότητα να εκχωρηθούν τιμές στις μεταβλητές motor1Pin, motor2Pin, motor3Pin, motor4Pin που ανήκουν στο διάστημα 0, 255. Αν για παράδειγμα, χρησιμοποιούσαμε την εντολή digitalWrite θα μπορούσαμε να εκχωρήσουμε μόνο τις τιμές HIGH (255), LOW (0).

```
val = digitalRead(sound_in);
```

```
if(val==HIGH){
```

```
for( x=0; x<=n; x++; ){
```

```
if(x%2==0){           //Αν το υπόλοιπο της διαίρεσης του αριθμού με το 2 είναι μηδέν τότε ο  
                      αριθμός είναι άρτιος.
```

```
    analogWrite(motor1Pin, HIGH ); // Στέλνουμε στον ακροδέκτη του  
                                   motor1Pin τη μέγιστη τιμή.
```

```
    analogWrite(motor2Pin, HIGH ); // Στέλνουμε στον ακροδέκτη του  
                                   motor2Pin τη μέγιστη τιμή.
```

```
    analogWrite(motor3Pin, HIGH ); // Στέλνουμε στον ακροδέκτη του  
                                   motor3Pin τη μέγιστη τιμή.
```

```
    analogWrite(motor4Pin, HIGH ); // Στέλνουμε στον ακροδέκτη του  
                                   motor4Pin τη μέγιστη τιμή.
```

```
}
```

```
else{           //Αν το υπόλοιπο της διαίρεσης του αριθμού με το 2 ΔΕΝ είναι μηδέν τότε ο  
               αριθμός είναι περιττός.
```

```

analogWrite(motor1Pin, LOW ); // Θέτουμε το motor1Pin μηδέν( 0 ).
analogWrite(motor2Pin, LOW ); // Θέτουμε το motor2Pin μηδέν( 0 ).
analogWrite(motor3Pin, LOW ); // Θέτουμε το motor3Pin μηδέν( 0 ).
analogWrite(motor4Pin, LOW ); // Θέτουμε το motor4Pin μηδέν( 0 ).
}
}

else{
digitalWrite(val, LOW); // Θέτουμε την τιμή της μεταβλητής val μηδέν( 0 ).

}
}

```

### **Γυροσκόπιο – Επιταχυνσιόμετρο**

Εφόσον προγραμματιστεί το γυροσκόπιο – επιταχυνσιόμετρο μπορούμε να προχωρήσουμε στο παρακάτω μέρος του κώδικα και μετά από κατάλληλες μαθηματικές πράξεις να χρησιμοποιηθούν οι τιμές μεταβλητών ώστε να εκτελεστούν οι συνθήκες.

```

// Αισθητήριο στο κάτω μέρος της κατασκευής.

if (apostash_down >= 150 ) // Εάν η απόσταση που διαβάζει το αισθητήριο στο κάτω μέρος
                           της κατασκευής, δηλαδή την απόσταση από το έδαφος, είναι
                           μεγαλύτερη των 150 εκατοστών τότε θα δίνει σταθερή ισχύ
                           στα τέσσερα μοτέρ και θα τυπώνει κατάλληλο μήνυμα.

{

```

```
analogWrite(motor1Pin,          ); // Στέλνουμε την τιμή της μεταβλητής  
                                που επιστρέφει το γυροσκόπιο εκείνη τη  
                                χρονική στιγμή στον ακροδέκτη του  
                                motor1Pin. Το ίδιο ισχύει και για τα υπόλοιπα.
```

```
analogWrite(motor2Pin,          );
```

```
analogWrite(motor3Pin,          );
```

```
analogWrite(motor4Pin,          );
```

```
Serial.println("Out of range"); // Με βάση τη παραπάνω συνθήκη τυπώνει το μήνυμα  
                                "εκτός εμβέλειας".
```

```
}
```

```
else // Σε διαφορετική περίπτωση από την παραπάνω συνθήκη, δηλαδή η απόσταση από  
το   έδαφος να είναι μικρότερη από τα 150 εκατοστά, θα αυξάνει την ισχύ στα τέσσερα  
      μοτέρ και θα τυπώνει κατάλληλο μήνυμα.
```

```
{
```

```
analogWrite(motor1Pin,          ); // Στέλνουμε την τιμή της μεταβλητής  
                                που επιστρέφει το γυροσκόπιο εκείνη τη  
                                χρονική στιγμή στον ακροδέκτη του  
                                motor1Pin. Το ίδιο ισχύει και για τα υπόλοιπα.
```

```
analogWrite(motor2Pin,          );
```

```
analogWrite(motor3Pin,          );
```

```
analogWrite(motor4Pin,          );
```

```

Serial.print(" down cm "); // Με βάση τη παραπάνω συνθήκη τυπώνει
                             το μήνυμα "down cm ".

Serial.print(apostash_down); // Τυπώνει την Τιμή

Serial.print(" ");          // Τυπώνει ένα κενό στη σειριακή θύρα για λόγους
                             ευανάγνωσης και διαχωρισμού με τα αποτελέσματα των
                             άλλων συνθηκών, όσο αφορά τα άλλα αισθητήρια
                             υπερήχων

}

delay(150); // Δημιουργεί μια καθυστέρηση 150 (ms)

// Αισθητήριο στο πίσω μέρος της κατασκευής.

if (apostash_back <= 59 ) // Εάν η απόσταση που διαβάζει το αισθητήριο στο πίσω μέρος
                             της κατασκευής, δηλαδή την απόσταση από πιθανό εμπόδιο,
                             είναι μικρότερη ή ίση των 59 εκατοστών θα κάνει τα ακόλουθα.

{

digitalWrite(ledbackPin,HIGH); // Παίρνοντας τιμή HIGH η μεταβλητή ledbackPin θα
                             ανάβει μία φωτεινή ένδειξη (LED) που θα βρίσκεται στο
                             πίσω μέρος της κατασκευής.

    analogWrite(motor1Pin,          );

    analogWrite(motor2Pin,          );

    analogWrite(motor3Pin,          );

    analogWrite(motor4Pin,          );

// Θα πρέπει να κάνει μπροστά, οπότε να αυξηθεί η ισχύς στα μοτέρ 2 και 3 και να μειωθεί
αντίστοιχα στα μοτέρ 1 και 4.

```



```
Serial.print(" ALARM "); // Τυπώνει την λέξη ALARM

Serial.print("   "); // Τυπώνει ένα κενό στη σειριακή θύρα

}

else // Σε διαφορετική περίπτωση από την παραπάνω συνθήκη, δηλαδή η απόσταση από
      τυχών εμπόδιο να είναι μεγαλύτερη από τα 60 εκατοστά, θα παραμένει σταθερή η
      ισχύς στα τέσσερα μοτέρ και θα τυπώνει κατάλληλο μήνυμα.

{

digitalWrite(ledbackPin,LOW); // Η μεταβλητή ledbackPin θα παίρνει τιμή LOW οπότε η
                              φωτεινή ένδειξη (LED) δεν θα ανάβει.

Serial.print(" back cm "); // Με βάση τη παραπάνω συνθήκη τυπώνει
                           το μήνυμα " back cm ".

Serial.print(apostash_back); // Τυπώνει την Τιμή

Serial.print("   "); // Τυπώνει ένα κενό στη σειριακή θύρα

}
```

## Κεφάλαιο 3

### Εφαρμογές Μέλλοντος - Συμπεράσματα

#### 3.1 Εφαρμογές στο Μέλλον

Τα drones ήρθαν για να μείνουν και πλέον περνάμε σε μια εποχή γεμάτη εκπλήξεις και καινοτομίες. Οι κηφήνες, όπως είναι η ακριβής μετάφραση του αγγλικού όρου, δηλαδή τα μη επανδρωμένα ιπτάμενα οχήματα εισέρχονται με ραγδαία βήματα στην ζωή μας. Όπως κάθε νέα τεχνολογία, έτσι και τα drones “υπόσχονται” να αλλάξουν το μέλλον μας και ήδη με ταχείς ρυθμούς οδεύουν προς τα εκεί. Η παγκόσμια αγορά το έτος 2016 υπολογιζόταν λίγο πάνω από τα 2 δισεκατομμύρια ευρώ και αναμένεται να ξεπεράσει τα 110 δισεκατομμύρια μέχρι το 2020. Όπως αναφέραμε και εξηγήσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια οι τεχνολογίες των drones καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών όπως: Ασφάλεια, Επιτήρηση, Άμυνα, Διάσωση, Κατασκευές, Γεωργία, Ενέργεια, Περιβάλλον, Τοπογραφία, Αεροφωτογραφία, Τηλεόραση, Κινηματογράφο. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των Drones τα επόμενα χρόνια θα είναι ραγδαία με αποτέλεσμα την αύξηση του φάσματος εφαρμογών τους. Από παρουσιάσεις που έχουν γίνει ανά καιρούς από ειδικούς φορείς του τομέα έχουν αναδειχθεί ενδιαφέρουσες εφαρμογές για το μέλλον. Ενδεικτικά, μερικές από αυτές είναι η χρήση τους για την επιτήρηση των συνόρων, για την επίτευξη χαρτογράφησης δυσπρόσιτων και μη περιοχών, διάφορες μελέτες του περιβάλλοντος, εφαρμογές όσο αφορά τη γεωργία και εφαρμογές για εθνικές ή διεθνής μεταφορές εμπορευμάτων.

Μεγάλες εταιρίες όπως Google, Amazon και Facebook έχουν στα άμεσα σχέδια τους την χρήση drones σε ταχυμεταφορές για υπηρεσίες παράδοσης προϊόντων και ως «πομπούς» παροχής ίντερνετ αντίστοιχα. Επίσης η Domino’s Pizza έχει πλάνα για παράδοση παραγγελιών πίτσας στο χώρο των πελατών.

Drones σε ρόλο paramedics θα πετάνε με συστήματα καρδιο-ανάληψης οπότε σε περιπτώσεις εμφραγμάτων και ανακοπών, θα φτάνουν στον ασθενή πολύ πριν τα κλασικά ασθενοφόρα για να προσφέρουν τις πρώτες βοήθειες.

### 3.1.1 Ασφάλεια και Επιτήρηση

Χάρη στις προόδους στα ηλεκτρονικά, τις μπαταρίες και τις ασύρματες τεχνολογίες μετάδοσης, οι εφαρμογές των Drones επεκτείνονται συνεχώς. Στο τομέα της ασφάλειας και επιτήρησης ο συνδυασμός μιας ιπτάμενης συσκευής και μιας κάμερας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιτήρηση, αποτελεί μία πρόκληση στην οποία η αγορά συστημάτων και υπηρεσιών ασφαλείας και επιτήρησης δεν μπορεί παρά να ανταποκριθεί. Εφαρμόζοντας τις δυνατότητες αυτών των τεχνολογιών στα drones, προκύπτουν πολλές εφαρμογές που μπορούν να υλοποιηθούν με διάφορους τρόπους. Μπορούν, για παράδειγμα, να προσαρμοστούν ειδικές βιντεοκάμερες σε drones που θα καλύπτουν τις ανάγκες ειδικών εφαρμογών επιτήρησης, ασφαλείας, επιθεώρησης και ελέγχου εγκαταστάσεων. Εφικτή επίσης είναι και η χρήση αυτών των συστημάτων σε εφαρμογές αναζήτησης και διάσωσης προσώπων.



Εικόνα 24 ( Τα drones στο μέλλον θα συμβάλλουν σημαντικά στο έργο των Σωμάτων Ασφαλείας )

Σύμφωνα με μελέτες βασισμένες σε έρευνες που έχουν γίνει από οργανισμούς ασφαλείας προβλέπεται ότι αισθητήρες, κρυφές κάμερες και εναέριες περιπολίες με drones θα χρησιμοποιούνται για την οικιακή ασφάλεια. Γίνεται επίσης λόγος για αυτόματα συστήματα προστασίας σε επίπεδο γειτονιάς, όπου πέρα από τα ήδη υπάρχοντα συστήματα ασφαλείας θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν έξυπνα συστήματα συναγερμού νέας γενιάς που θα εγκαθίστανται στα σπίτια, ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας στοιχεία που λαμβάνουν από αισθητήρες κίνησης, ήχου και ιπτάμενης επιτήρησης. Πέρα από τις κατοικίες

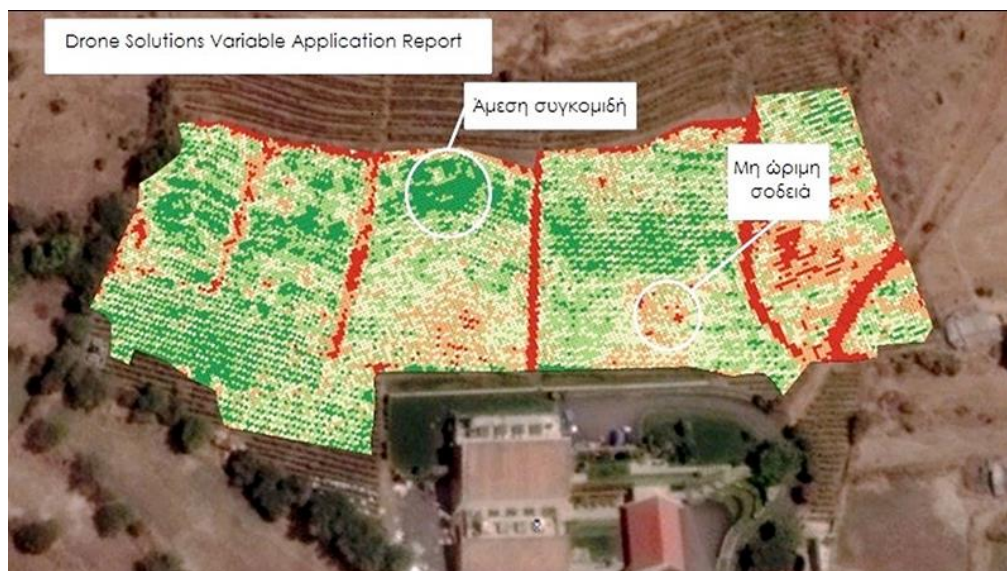
σύντομα η χρήση τους θα εμφανίζεται και στους δρόμους σε συνδυασμό με τη βοήθεια λογισμικών αναγνώρισης προσώπου θα μπορούν να αποτραπούν περιστατικά πριν ακόμα συμβούν. Ειδικά για την ενσωμάτωση λογισμικού αναγνώρισης προσώπου, η μελέτη επισημαίνει “ότι θα αποτελέσει θεμέλιο λίθο για τα συστήματα ασφαλείας του αύριο”. Οι σταθερές ιπτάμενες φωτογραφικές μηχανές θα μπορούν σε πραγματικό χρόνο να αναγνωρίζουν αν το άτομο που προσεγγίζει είναι ταυτοποιημένο και έχει τη δυνατότητα να εισέλθει στο χώρο, ή αν απαιτείται η έγκριση του ιδιοκτήτη, ο οποίος θα λάβει ειδοποίηση και εικόνα στο κινητό του. Πέρα από τη λειτουργία επιτήρησης των drones, υπάρχουν σκέψεις σε επίπεδο παρέμβασης ενός drone σε περιστατικό που βρίσκεται σε εξέλιξη. Για να μπορεί να καθιστάτε εφικτή η παραπάνω σκέψη το drone θα πρέπει να είναι κατάλληλα εξοπλισμένο ώστε να μπορεί να εκπέμπει ισχυρό φωτισμό ή ήχο ώστε να αποτρέπει την παραβίαση ενός προστατευόμενου χώρου από πιθανό εισβολέα. Επίσης, θα μπορούσε να είναι εφοδιασμένο με συστήματα εκτόξευσης χημικών ή χρώματος που με την χρήση τους σε πιθανή παραβίαση προστατευόμενου χώρου ο εισβολέας θα στοιχειοποιείται και το έργο των αρχών θα καθίσταται ευκολότερο.

Τις τελευταίες δεκαετίες ένα μείζων θέμα που απασχολεί τις περισσότερες χώρες είναι η παραβίαση των εθνικών συνόρων μιας χώρας. Αποτελεσματική λοιπόν θα ήταν η εφαρμογή ενός πλάνου σαν και το παραπάνω, που στόχο έχει να συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της ασφάλειας των εθνικών συνόρων, στην μείωση της λαθρομετανάστευσης καθώς και την αύξηση της αποτελεσματικότητας της έρευνας και διάσωσης. Έτσι λοιπόν, θα είναι δυνατή σε πραγματικό χρόνο και σε 24ωρη βάση η επιτήρηση των εθνικών, θαλάσσιων και χερσαίων, συνόρων μιας χώρας με χαμηλό λειτουργικό κόστος.

### **3.1.2 Γεωργία**

Όπως ήταν φυσικό, η ταχύτατη τεχνολογική ανάπτυξη των drones άλλαξε τα δεδομένα σε πολλούς τομείς στη ζωή των ανθρώπων και τα αποτελέσματα είναι ευχάριστα, αξιοποιήσιμα και εξελίξιμα. Ένας σημαντικός κλάδος στη ζωή του ανθρώπου όπου τα drones μπορούν έχουν αμέτρητες εφαρμογές είναι η γεωργία ή αλλιώς Γεωργία Ακριβείας, όπως αναφέρεται τον τελευταίο καιρό. Η Γεωργία Ακριβείας αφορά τις ποικίλες χρήσεις που έχουν τα drones και τις λύσεις που μπορούν να δώσουν σε σημερινά προβλήματα. Πιο συγκεκριμένα, η Γεωργία Ακριβείας είναι ένα σύστημα διαχείρισης του συνόλου της γεωργικής εκμετάλλευσης με τη χρήση της πληροφορικής, γεωχωρικών δεδομένων, δορυφορικού εντοπισμού θέσης

(Global Navigation Satellite System, GNSS), δεδομένων τηλεπισκόπησης, δηλαδή την μέτρηση και καταγραφή ποσοτικών και ποιοτικών μεταβλητών από απόσταση, και συλλογής δεδομένων. Οι τεχνολογίες αυτές έχουν ως στόχο τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των συντελεστών παραγωγής και δυνητικά τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.



Εικόνα 25 ( Εφαρμογές των drones για διευκόλυνση στον τομέα της γεωργίας )

Ορισμένες από τις σημαντικότερες λύσεις που μπορούν να προσφέρουν τα “Αγροτικά” Drones είναι:

- **Η Ανάλυση Εδάφους :** Τα drones με τα κατάλληλα αισθητήρια και λογισμικά που μπορούν να χρησιμοποιήσουν θα είναι σε θέση να δημιουργήσουν λεπτομερείς και ακριβέστερους δισδιάστατους και τρισδιάστατους χάρτες μιας γεωργικής έκτασης βοηθώντας στην οργάνωση των δειγματοληψιών του εδάφους αλλά και στον σχεδιασμό της σποράς ή και της μεταφύτευσης. Επίσης, με μια μόνο σάρωση μπορούν να δώσουν χρήσιμα δεδομένα της κατάστασης της καλλιέργειας πριν και μετά την φύτευση.
- **Η Φύτευση :** Με τη βοήθεια των drones έχουν αναπτυχθεί τρόποι φύτευσης με αυξημένη αποδοτικότητα και με μειωμένο κόστος, μέσω ρομποτικών οχημάτων τα οποία

χρησιμοποιούν τους χάρτες που παράγουν τα drones. Με αυτή τη βοήθεια φυτεύουν κάθε σπόρο στην πιο σωστή θέση με εκπληκτικά αποτελέσματα στην απόδοση

- **Οι Ψεκασμοί :** Με τη μέθοδο της τηλεπισκόπησης και με τη χρήση συστημάτων ακριβείας τα drones δημιουργούν δισδιάστατους χάρτες με βάση τους οποίους ψεκάζουν, σε οποιαδήποτε καλλιέργεια, την κατάλληλη ποσότητα φαρμάκων και ρυθμίζοντας ταυτόχρονα το ύψος του για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Αυξημένη απόδοση, μείωση στην ποσότητα των φαρμάκων και στο κόστος του αγρότη είναι μερικά από τα προνόμια της χρήσης των drones στην γεωργία.
- **Η Παρακολούθηση Καλλιεργειών :** Έως τώρα η παρακολούθηση των καλλιεργειών γινόταν μόνο μέσω δορυφόρου, με τον οποίο η εικόνα ήταν δαπανηρή, κακής ποιότητας, μπορούσε να ληφθεί μια φορά την ημέρα και με μεγάλη πιθανότητα παρεμβολών λόγω των καιρικών συνθηκών. Για τους παραπάνω λόγους τα drones μπορούν να παρακολουθούν τις καλλιέργειες πιο αποτελεσματικά και με τα δεδομένα που μας δίνουν μπορούν οι αγρότες να προλαμβάνουν ασθένειες και ελλείψεις στις καλλιέργειες τους.
- **Η Άρδευση :** Επίσης, τα drones με τοποθετημένους οπτικούς, πολυφασματικούς και θερμικούς αισθητήρες έχουν την δυνατότητα να καθορίζουν με απίστευτη ακρίβεια σε ποια σημεία της καλλιέργειας υπάρχει έλλειψη ή περίσσεια νερού και με τη δημιουργία εξειδικευμένων χαρτών, βάση υψομέτρου και μορφολογίας εδάφους, να ποτίζουν στο καλύτερο δυνατό τις καλλιέργειες.
- **Η Εκτίμηση Υγείας :** Έχει μεγάλη σημασία για τους γεωργούς να γνωρίζουν ανά πάσα στιγμή την κατάσταση της καλλιέργειας τους. Τα drones κάνοντας μια σάρωση της καλλιέργειας και χρησιμοποιώντας συσκευές που λειτουργούν συλλαμβάνοντας το οπτικό και το υπέρυθρο φάσμα του φωτός, μας δίνουν την δυνατότητα μέσα από πολυφασματικές απεικονίσεις να δούμε σε ποια φυτά έχει αλλάξει η βιομάζα και η υγεία τους. Με αυτά τα δεδομένα, ακόμα και με την ύπαρξη μιας ασθένειας, υπάρχει η δυνατότητα έγκαιρης παρέμβασης με αποτέλεσμα την σωτηρία της καλλιέργειας. Αλλά ακόμα και αν δεν σωθεί η καλλιέργεια θα γνωρίζουμε το λόγο της απώλειας, ώστε να ενεργήσουμε πιο κατάλληλα την επόμενη φορά.

Για όλους τους παραπάνω λόγους η χρήση των drones θα είναι απαραίτητη στο μέλλον στο τομέα της Γεωργίας, τόσο για την βοήθεια προς τους παραγωγούς αλλά και προς όφελος όλου του πλανήτη.

### **3.1.3 Μελέτες Περιβάλλοντος**

Το μικρό μέγεθος, το βάρος και η δυνατότητα των drones για αποτελεσματική και γρήγορη εναέρια απεικόνιση, σε συνδυασμό και με το χαμηλό κόστος, αποτελούν τα πλεονεκτήματα χρήσης των drones όσον αφορά την προστασία, τη διατήρηση και την εξερεύνηση του περιβάλλοντος. Ενδεικτικά, τα drones χρησιμοποιούνται για την καταμέτρηση των ζώων που ζουν σε έναν συγκεκριμένο τόπο, για παράδειγμα, των θηλαστικών αλλά και την ταυτοποίηση διαφόρων ειδών φυτών, τη χαρτογράφηση δασικών εκτάσεων, την προστασία της πανίδας και τον έλεγχο της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και των υδάτων. Τα drones έχουν την δυνατότητα να εξοπλιστούν με βιντεοκάμερες, ραδιοεντοπιστές (radars) και υπέρυθρους θερμικούς αναλυτές δεδομένων. Η παραπάνω δυνατότητα εξοπλισμού σχετίζεται με τη γεωργία, καθώς τα drones μπορούν να παρακολουθούν τα χωράφια και τα ζώα των αγροτών, όπως και την προσβολή τους από παράσιτα, αλλά και να σχεδιάζουν ψηφιακούς χάρτες των καλλιεργήσιμων εκτάσεων. Επιπλέον, εφικτή είναι και η χρήση παρασιτοκτόνων σε δύσβατες αγροτικές περιοχές. Συνεπώς, η ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας αποσκοπεί στον έλεγχο της χρήσης παρασιτοκτόνων και κατ' επέκταση, στη μείωση της ποσότητας χημικών ουσιών στις καλλιέργειες. Ό εξοπλισμός των drones με βιντεοκάμερες θα συμβάλει ακόμη, στην προστασία της πανίδας, διότι θα είναι εφικτή η διατήρηση ενός αρχείου βίντεο των ειδών υπό εξαφάνιση, ώστε τα τελευταία να προστατεύονται από τους λαθροθήρες. Η ευκινησία και το μικρό μέγεθος των συστημάτων μη επανδρωμένων αεροσκαφών τα καθιστά ιδανικά για την παρακολούθηση ειδών υπό εξαφάνιση, αλλά και για τον εντοπισμό αυτών όταν αποδημούν. Τα πλάνα, δε, που απαθανατίζονται από drones μπορούν να χρησιμεύσουν ως εργαλείο για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος, ακόμη και στο πλαίσιο εκστρατειών που έλαβαν χώρα στο παρελθόν, χωρίς, όμως, να συγκεντρώσουν την απαιτούμενη προσοχή.

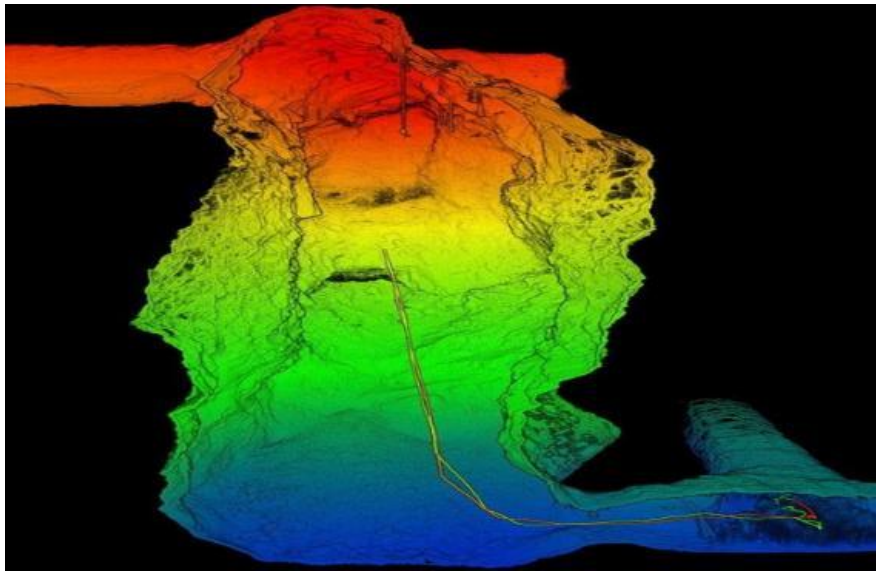
Ακόμα, η προστασία έναντι των πυρκαγιών είναι ένας άλλος τομέας στον οποίο τα drones κερδίζουν έδαφος καθημερινά, διότι ο σχεδιασμός τους ευνοεί την πρόληψη των πυρκαγιών στα δάση. Συγκεκριμένα, τα drones έχουν τη δυνατότητα, αφ' ενός, να αποτρέψουν την έξαρση των πυρκαγιών σε μεγάλες εκτάσεις και, αφ' ετέρου, να διευκολύνουν περιπτώσεις ελεγχόμενων καύσεων, όπως για παράδειγμα, την καύση ξερών χόρτων σε ένα αγρόκτημα. Η χρήση των drones είναι φιλική προς το περιβάλλον, καθώς αυτά δεν χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, αλλά πετάνε με ηλεκτρικούς κινητήρες που λειτουργούν με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες. Κατά συνέπεια, δεν παράγουν υψηλά επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα, όπως συμβαίνει με τα ελικόπτερα και τα αεροπλάνα που επιστρατεύονται για την κατάσβεση πυρκαγιών με αποτέλεσμα την πολύ σημαντική μείωση της εκπομπής ρύπων διοξειδίου του άνθρακα.

Επιπρόσθετα, η ικανότητα των drones να συλλέγουν δείγματα νερού και να εντοπίζουν διαρροές πετρελαίου στα πλαίσια των ερευνών των οικολόγων για τη ρύπανση των υδάτινων πόρων, αποτελεί ένα ακόμη μέσο βοήθειας στην προστασία του περιβάλλοντος. Επί του παρόντος, υπάρχουν κάποια drones που διεξάγουν μια βασική ανάλυση των δειγμάτων νερού που συλλέγουν, με αποτέλεσμα να περιορίζεται ο φόρτος εργασίας των ερευνητών, καθώς και τα ταξίδια που θα έπρεπε να κάνουν στις σχετικές υδάτινες εκτάσεις, ώστε να συγκεντρώσουν και να αναλύσουν τα εκάστοτε δείγματα νερού. Αυτό είναι θετικό τόσο για τους ανθρώπους όσο και για όλους τους οργανισμούς που χρειάζονται καθαρό νερό για την επιβίωση τους. Αντίστοιχα, σχετικά με την καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τα drones μπορούν να ταυτοποιήσουν και να ελέγξουν τις διαρροές μεθανίου στη βιομηχανία πετρελαίου και βενζίνης. Με άλλα λόγια, οι υπηρεσίες ελέγχου των βιομηχανιών μεταχειρίζονται τα drones ως ελεγκτές του ατμοσφαιρικού αέρα, ώστε να διαπιστώσουν εάν τηρούνται οι διεθνείς και εθνικές νομοθεσίες για την ποιότητά του.



### 3.1.4 Χαρτογράφηση

Η χρήση των επαγγελματικών drones σε όλο το κόσμο εξαπλώνεται συνεχώς σε εφαρμογές παρακολούθησης της εξέλιξης κατασκευαστικών έργων, κτηματολογία, χαρτογράφηση ακόμα και μέτρηση όγκων σε ορυχεία. Στόχος του είναι η εναέρια απεικόνιση χώρων, αφού αποτελεί το ιδανικό εργαλείο για τη χαρτογράφηση δυσπρόσιτων περιοχών. Η εφαρμογή μεθόδων χαρτογράφησης υψηλής ανάλυσης με την αξιοποίηση τεχνολογιών αιχμής μέσω εναέριας και επίγειας φωτογραμμετρίας, χρήση UAV - Drones, Laser Scanner και φωτογραφικών μηχανών, παρέχει πλήρως αξιόπιστα χωρικά δεδομένα, υψηλής διακριτικής ικανότητας (μικρότερης από 1 εκ.) σε τρεις διαστάσεις. Τα δεδομένα αυτά μέσω κατάλληλων λογισμικών αποδίδουν τρισδιάστατα μοντέλα σε επίπεδο κτηρίου, ικανά να δώσουν μετρητικές πληροφορίες στους ειδικούς επιστήμονες που μελετούν την σεισμική συμπεριφορά του κτηριακού αποθέματος και την εκτίμηση των βλαβών.



Εικόνα 26 ( Χαρτογράφηση με drones )

### 3.1.5 Εφαρμογές Υψηλής ακρίβειας

Στη σημερινή εποχή, με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και με την αυξανόμενη ζήτηση καινοτόμων εφαρμογών παρουσιάζεται και η ανάγκη χρήσης drones σε εφαρμογές υψηλής ακρίβειας. Τα drones με κατάλληλα χαρακτηριστικά (hardware & software) είναι σε θέση να αναλύουν και να δημιουργούν 3D σχέδια κτηρίων και περιοχών με σκοπό την διευκόλυνση της εργασίας των μελετητών, αφού έχουν πιο ακριβή αποτελέσματα. Χρήση τέτοιων drones γίνεται από την εταιρία Sensefly, υπεύθυνη χαρτογράφησης και τοπογραφίας, με το drone eXoM που είναι εξοπλισμένο με σύστημα αυτόματου πιλότου, gps, περιστρεφόμενη κεφαλή εφοδιασμένη με τρεις διαφορετικούς αισθητήρες (φωτογραφικό φακό, HD video και θερμική κάμερα). Επίσης, φέρει αισθητήρες εμποδίων και άλλες πέντε βοηθητικές κάμερες για τον έλεγχο πτήσης.

## 3.2 Συμπεράσματα

Καταλήγοντας, η άποψη του καθενός μπορεί να διαφέρει για το πώς η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να επηρεάσει σημαντικά την καθημερινότητα. Έτσι και τα Μη Επανδρωμένα Ιπτάμενα Οχήματα, όπως αναλύθηκε παραπάνω, δεν επηρεάζουν μόνον θετικά τη ζωή μας, αλλά σε πολλές περιπτώσεις και αρνητικά.

Είναι σαφές πως εφευρέθηκαν για να βοηθήσουν σε πολλούς τομείς τη ζωή μας. Μάλιστα, σε μερικούς από αυτούς τα αποτελέσματα είναι πολύ καλύτερα από τις αρχικές προσδοκίες. Για παράδειγμα, στην ασφάλεια, την επιτήρηση, τη διάσωση ακόμα και σε επιχειρήσεις του στρατού και κατασκοπείας. Τα αποτελέσματα αυτά είναι εφικτά λόγω του χαμηλού κόστους κατασκευής και λειτουργίας, του χαμηλού βάρους, της ποικιλίας του μεγέθους ανάλογα με την εκάστοτε εφαρμογή και το χαρακτηριστικό τους να μη φέρουν σε κίνδυνο τη σωματική ακεραιότητα του χειριστή τους. Επίσης, μεγάλο πλεονέκτημα αποτελεί η κατασκευαστική τους δυνατότητα να μην μπορούν να ανιχνευθούν από τα συστήματα εντοπισμού. Ακόμη, ένας παράγοντας που βοηθάει σε αυτά τα αποτελέσματα είναι το γεγονός ότι σε συγκεκριμένες περιπτώσεις με μικρό μέγεθος κατασκευής drone υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθούν αρκετά αισθητήρια, που τα καθιστούν ικανά να φέρουν εις πέρας πολλές εξειδικευμένες εφαρμογές.

Παρόλα αυτά εξίσου σημαντικό είναι να λαμβάνονται υπόψιν και οι αρνητικές συνέπειες διότι επιδρούν το ίδιο στη ζωή του ανθρώπου. Αν και υπάρχει σχετική νομοθεσία για τα Μη Επανδρωμένα Ιπτάμενα Οχήματα στις περισσότερες χώρες, στην χώρα μας υπάρχει ένα πολύ μεγάλο κενό όσον αφορά την σωστή χρήση και κατοχή, όπως και τη νομοθετική και ασφαλιστική κάλυψή τους. Πιο συγκεκριμένα, δεν υπάρχει επαρκής έλεγχος από το κράτος όπως και η κατάλληλη ενημέρωση από τους αρμόδιους φορείς με αποτέλεσμα να καθίσταται συχνά επικίνδυνη η χρήση των drones στη χώρα μας, τόσο για τους ανθρώπους όσο και για την εναέρια κυκλοφορία. Έλεγχος δεν υπάρχει ούτε στην αγορά ενός drone, δεν υπάρχει για παράδειγμα ένας μοναδικός σειριακός αριθμός για κάθε Μη Επανδρωμένο Όχημα, έτσι ώστε να καθίσταται εύκολη η ταυτοποίηση του ιδιοκτήτη. Βάση αυτού οι πιθανοί κάτοχοι ενός drone μπορεί να είναι από ανήλικα παιδιά μέχρι και τρομοκρατικές οργανώσεις. Με την ανεξέλεγκτη χρήση των drone ο καθένας μπορεί να "πετάει" χωρίς άδεια χειριστή ή ακόμα και πτήσεως, κάνοντας λήψεις φωτογραφιών και βίντεο παραβιάζοντας πνευματικά δικαιώματα.

## Βιβλιογραφία

1. Αμμανατίδης, Χ., (2018), Ακινήτων και περιβάλλοντος το ανάγνωσμα : Μη επανδρωμένα αεροσκάφη (drones), <https://www.taxydromos.gr/Perivallon/295584-akinhtwn-kai-periballontos-to-anagnwsma-mh-erandrwmena-aeroskafh-drones.html>, (τελευταία πρόσβαση 11/10/2018)
2. Αυτοί είναι οι κανόνες πτήσης των drones, (2016), <http://www.ant1news.gr/news/Society/article/454771/aytoi-einai-oi-kanones-ptisis-ton-drones>, (τελευταία πρόσβαση 27/10/2018)
3. Βήτος, Β., (2017), Drones: Πως να πετάξετε ΣΗΜΕΡΑ στην Ελλάδα χωρίς να είστε παράνομοι, <https://www.pttl.gr/how-to-fly-a-drone-in-greece-at-the-moment-03551/>, (τελευταία πρόσβαση 27/10/2018)
4. Βικιπαίδεια, (2018), Μη επανδρωμένο αεροσκάφος, [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7\\_%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%B4%CF%81%CF%89%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%BF\\_%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%BFCF%83%CE%BA%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7_%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%B4%CF%81%CF%89%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%BF_%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%BFCF%83%CE%BA%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%82), (τελευταία πρόσβαση 11/10/2018)
5. Βικιπαίδεια, (2018), Agricultural drone, [https://en.wikipedia.org/wiki/Agricultural\\_drone](https://en.wikipedia.org/wiki/Agricultural_drone), (τελευταία πρόσβαση 24/11/2018)
6. Εικόνες από το μέλλον στην Εγνατία Οδό: Drones επιθεωρούν τη γέφυρα του Στρυμόνα, (2018), <http://www.kavalapost.gr/210391/eikones-aro-to-mellon-stin-egnatia-odo-drones-epitheoroun-ti-gefyra-toy-strymona/>, (τελευταία πρόσβαση 17/11/2018)
7. Είναι τα drones το μέλλον των πολεμικών επιχειρήσεων; Θα τα εμπιστεύονται τα στρατεύματα; (φωτό,βίντεο), (2018), [https://www.pronews.gr/amyna-asfaleia/aeroporria/669462\\_giati-ta-drones-einai-mellon-ton-polemikon-epiheiriseon-tha-ta](https://www.pronews.gr/amyna-asfaleia/aeroporria/669462_giati-ta-drones-einai-mellon-ton-polemikon-epiheiriseon-tha-ta), (τελευταία πρόσβαση 21/10/2018)
8. ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ online, (2018), Το παρόν και το μέλλον των drones, <https://www.eleftheriaonline.gr/ellada-kosmos/tech/item/168280-to-paron-kai-to-mellon-ton-drones>, (τελευταία πρόσβαση 20/10/2018)
9. Ερωτήσεις και απαντήσεις (Q & A) για το ηλεκτρονικό σύστημα UAS-FRSS, (2019), <https://uas.hcaa.gr/Faq#anchor29>, (τελευταία πρόσβαση 01/11/2018)

10. ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ Αρ. Φύλλου 9, (2010), <http://epae.elao.gr/images/stories/documents/FEK2010B9.pdf>, (τελευταία πρόσβαση 31/10/2018)
11. ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ Αρ. Φύλλου 4527, (2016), [https://uas.hcaa.gr/Content/Documents/%CE%A6%CE%95%CE%9A%20%CE%91%CE%B4.%CE%A7%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%8E%CE%BD%20%CE%A3%CE%BC%CE%B7%CE%95%CE%91%2030.12.16\\_%CE%92\\_4527.pdf](https://uas.hcaa.gr/Content/Documents/%CE%A6%CE%95%CE%9A%20%CE%91%CE%B4.%CE%A7%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%8E%CE%BD%20%CE%A3%CE%BC%CE%B7%CE%95%CE%91%2030.12.16_%CE%92_4527.pdf), (τελευταία πρόσβαση 31/10/2018)
12. Η κυβέρνηση επιστρατεύει drones κατά της «λαθρομετανάστευσης», (2018), <https://www.thepressproject.gr/article/131167/l-kubernisi-epistrateuei-drones-kata-tis-lathrometanasteusis>, (τελευταία πρόσβαση 04/11/2018)
13. Η FRONTEX ξεκινά τη δοκιμή μη επανδρωμένων αεροσκαφών (Drones) για την επιτήρηση των συνόρων, (2018), <http://drone.net.gr/2018/09/29/frontex-%CE%B4%CE%BF%CE%BA%CE%B9%CE%BC%CE%B7-drones-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CF%83%CF%85%CE%BD%CF%8C%CF%81%CF%89%CE%BD/>, (τελευταία πρόσβαση 07/11/2018)
14. Καραγιαννόπουλος, Β., (2016), Τα drones είναι το μέλλον, <https://www.insider.gr/aporseis/vlogs/12808/ta-drones-einai-mellon>, (τελευταία πρόσβαση 13/10/2018)
15. Καραμάνου, Α., & Γεωργιάδου, Ξ., (2017), Η εφαρμογή των drones στη διαχείριση καταστροφών, <https://www.fire.gr/?p=46857>, (τελευταία πρόσβαση 22/10/2018)
16. Καρίεβα, Α., (2016), Το παρόν και το μέλλον των drones, <https://powerpolitics.eu/%CF%84%CE%BF-%CF%80%CE%B1%CF%81%CF%8C%CE%BD-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CE%BC%CE%AD%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD-%CF%84%CF%89%CE%BD-drones/>, (τελευταία πρόσβαση 21/10/2018)
17. Κατσούδας, Α., (2018), Drones: Επίθεση στην ιδιωτική μας ζωή ή χρήσιμο εργαλείο;, [https://www.lifo.gr/articles/technology\\_articles/208316/drones-epithesi-stin-idiotiki-mas-zoi-i-xrisimo-ergaleio](https://www.lifo.gr/articles/technology_articles/208316/drones-epithesi-stin-idiotiki-mas-zoi-i-xrisimo-ergaleio), (τελευταία πρόσβαση 03/11/2018)



E%B1-%CE%B1%CE%BA%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82-uans-marios-praropoulos, (τελευταία πρόσβαση 18/11/2018)

27. Σανγκάη: το μέλλον των drone, (2016), <https://gr.euronews.com/2016/05/17/drones-all-the-rage-at-ces-asia-in-shanghai>, (τελευταία πρόσβαση 17/11/2018)
28. Σπυρόπουλος, Ν., (2016), Drones: Ένα καλύτερο "ιπτάμενο" μέλλον ή μια απειλή;, <https://www.koutipandoras.gr/article/drones-ena-kalytero-iptameno-mellon-h-mia-areilh>, (τελευταία πρόσβαση 30/10/2018)
29. Ταχύτατα αναπτυσσόμενη η αγορά των drones, (2015), [http://www.real.gr/archive\\_time/arthro/taxytata\\_anaptyssomeni\\_h\\_agora\\_ton\\_drones-148166/](http://www.real.gr/archive_time/arthro/taxytata_anaptyssomeni_h_agora_ton_drones-148166/), (τελευταία πρόσβαση 20/10/2018)
30. Τα μη στελεχωμένα αεροσκάφη (drones) παρουσιάστηκαν σήμερα σε ειδική τελετή στην αεροπορική βάση της Δεκέλειας, (2017), [http://www.hellenicpolice.gr/index.php?option=ozo\\_content&lang=%27..%27&perform=view&id=71016&Itemid=1881&lang=](http://www.hellenicpolice.gr/index.php?option=ozo_content&lang=%27..%27&perform=view&id=71016&Itemid=1881&lang=), (τελευταία πρόσβαση 25/10/2018)
31. Τα drones και η Γεωργία Ακριβείας στην υπηρεσία των Ελλήνων αγροτών πιο προσιτά από ποτέ!, (2016), <https://www.newsit.gr/tehnologia/ta-drones-kai-i-georgia-akriveias-stin-ypiresia-ton-ellinon-agroton-pio-prosita-aro-pote/1998423/>, (τελευταία πρόσβαση 14/11/2018)
32. Τα drones της ΕΛ.ΑΣ. μπορεί να πετούν στο μέλλον και πάνω από πόλεις, (2017), <https://www.in.gr/2017/05/04/greece/ta-drones-tis-el-as-mporei-na-petoygn-sto-mellon-kai-panw-aro-poleis/>, (τελευταία πρόσβαση 28/10/2018)
33. Τι είναι τα drones, (2018), <https://techteacher.gr/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B1-drones/>, (τελευταία πρόσβαση 11/10/2018)
34. Το παρόν και το μέλλον των drones... οι απαντήσεις στα σοβαρά ζητήματα, (2018), <https://www.defence-point.gr/news/to-paron-ke-to-mellon-ton-drones-ta-sovara-zitimata>, (τελευταία πρόσβαση 22/10/2018)
35. Τρισδιάστατη χαρτογράφηση των ζημιών από τον σεισμό στη Λέσβο, (2017), <http://www.kathimerini.gr/914093/gallery/epikairothta/ellada/trisdiastath-xartografhsh-twn-zhmiwn-apo-ton-seismo-sth-lesvo>, (τελευταία πρόσβαση 2/12/2018)

36. Χααραλαμπάκης, Μ., (2018), Drones σχεδιάζει να αγοράσει το Υπουργείο Άμυνας για τον έλεγχο της παράτυπης μετανάστευσης, <https://www.in.gr/2018/06/26/greece/drones-sxediazai-na-agorasei-ypourgeio-amynas-gia-ton-elegxo-tis-paratypis-metanasteysis/>, (τελευταία πρόσβαση 04/11/2018)
37. Χαρτογράφηση ορυχείων και τούνελ από drones που κινούνται αυτόνομα, (2018), <https://www.msn.com/el-gr/news/techandscience/%CF%87%CE%B1%CF%81%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%89%CE%BD-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF%CF%8D%CE%BD%CE%B5%CE%BB-%CE%B1%CF%80%CF%8C-drones-%CF%80%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CF%8D%CE%BD%CF%84%CE%B1%CE%B9-%CE%B1%CF%85%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B1/ar-BBPoTwx>, (τελευταία πρόσβαση 1/12/2018)
38. Alvarez, C., & Roze, A., & Halter, A., & Garcia, L., (2018), Παραγωγή υψηλής ακρίβειας 3D δεδομένων με χρήση του drone eXom, senseFly, [http://geosense.gr/assets/pdf/White\\_Paper\\_-\\_Generating\\_highly\\_accurate\\_3D\\_data\\_using\\_a\\_senseFly\\_albris\\_drone\\_Gr.pdf](http://geosense.gr/assets/pdf/White_Paper_-_Generating_highly_accurate_3D_data_using_a_senseFly_albris_drone_Gr.pdf), (τελευταία πρόσβαση 28/11/2018)
39. Drones... το μέλλον(;) στην εκτίμηση των ζημιών, (2014), <https://insuranceworld.gr/16300/archive/drones-%CF%84%CE%BF-%CE%BC%CE%AD%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%AF%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B6%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CF%8E%CE%BD/>, (τελευταία πρόσβαση 22/10/2018)
40. GeoSense: Οι πρωτοπόροι των drones ανοίγουν τα χαρτιά τους και οραματίζονται το μέλλον, (2017), <https://www.idrones.gr/%CF%83%CF%85%CE%BD%CE%B5%CE%BD%CF%84%CE%B5%CF%8D%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82/865-geosense-%CE%BF%CE%B9-%CF%80%CF%81%CF%89%CF%84%CE%BF%CF%80%CF%8C%CF%81%CE%BF%CE%B9-%CF%84%CF%89%CE%BD-drones-%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%AF%CE%B3%CE%BF%CF%85%CE%BD-%CF%84%CE%B1-%CF%87%CE%B1%CF%81%CF%84%CE%B9%CE%AC-%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BF%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%AF%CE%B6%CE%BF%CE%BD%CE>



F%84%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-  
%CE%BC%CE%AD%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD, (τελευταία πρόσβαση 21/11/2018)

41. Margaritoff, M., (2018), Drones in Agriculture: How UAVs Make Farming More Efficient, <http://www.thedrive.com/tech/18456/drones-in-agriculture-how-uavs-make-farming-more-efficient>, (τελευταία πρόσβαση 25/11/2018)
42. Scharre, P., & Schneider, J., & Macdonald, J., (2018), Γιατί τα drones εξακολουθούν να είναι το μέλλον του πολέμου, <https://www.foreignaffairs.gr/articles/71651/paul-scharre-jacquelyn-schneider-kai-julia-macdonald/giati-ta-drones-eksakolythoyn-na-einai-to-mellon-toy-polemo>, (τελευταία πρόσβαση 21/10/2018)
43. Torgovnick May, K., (2013), Drones to deliver medicine and food? Drones for disaster relief? Why not?, <https://ideas.ted.com/6-ways-drones-can-be-used-for-good/>, (τελευταία πρόσβαση 25/10/2018)
44. UAV Conference: Το μέλλον των Drones – Τεχνολογίες & Εφαρμογές, (2016), <http://www.epixeiro.gr/article/33813>, (τελευταία πρόσβαση 05/01/2019)